SCIENCE, DELUSION AND THE APPETITE FOR WONDER

UNWEAVING THE RAINBOW

[英] 理查德·道金斯——著 李虎——译

解析彩虹

科学

RICHARD DAWKINS

虚妄

和对奇观的嗜好

中信出版集团

版权信息

书名:解析彩虹：科学、虚妄和对奇观的嗜好

作者:[英]理查德·道金斯

译者:李虎

ISBN:9787508647746

中信出版集团制作发行

题记

献给拉拉·沃德

自序

出版我第一本书《自私的基因》的外国出版商坦承，他读了我的这本书之后，三个晚上没有睡着觉，从书中感受到的冷酷、凄凉让他心烦意乱。还有一些人问我——早晨怎么还能撑着起床？遥远国度的一位教师写信责备我说，他的一名学生读了这本书后，含着眼泪对他说，这本书令她相信生命空虚、了无意义；他只好劝这名学生不把这本书展示给别的朋友，害怕他们受到同样的虚无主义悲观思想的影响。类似地，人们经常指责科学内容贫乏荒凉，传播无聊无趣的信息，而科学家们也容易夸大其词地表达这一观点。我的同事彼得·阿特金斯（Peter Atkins）在其著作《热力学第二定律》（*The Second Law*, 1984年）中，就表达了这类思想：

> 我们是混沌的产物，而变化的最深层结构就是衰败。归根结底，只有腐败和不可遏制的混沌浪潮。目的已一去不返，唯一留下来的只有方向。当我们不动感情地凝视宇宙的深处，就必须接受这样一种荒凉的图景。

但是，这样合理、正当地肃清甜蜜虚假的目的，高尚而坚强地揭穿对宇宙的多愁善感，一定不要混淆于“丧失个人希望”。宇宙的终极命运，想必的确没有什么目的，但是，真的有人将“人生的希望”绑定着“宇宙的终极命运”吗？当然不会，除非我们疯了。主宰我们生活的，是各种更贴近的、更温暖的以及更富人性的追求和感受。谴责科学剥夺了生活中最温馨、最宝贵的东西，实在是犯了不可思议的大错；这完全违背我本人以及大多数辛苦工作的科学家的切身感受，我们信而见疑，忠而被谤，能无怨乎？但是，在本书中，我将尝试一种更加正面的回应——我要呼吁人们理解科学的奇妙，因为想到这些抱怨者和摇头客所错失的精彩，实在令人不胜感伤。已故的卡尔·萨根（Carl Sagan）曾如此出色地做到这一点，却怀才不遇，不被世人所理解。科学，令人感受到的惊人奇妙，是人类心灵能够胜任驾驭的最高体验之一。这种精致的美学激情，可以和音乐、诗歌传递的极致美感并驾齐驱、相提并论。它的确是使我们的生活具有意义的事物之一，而如果它能说服我们认识到“人生几何”，它就更加难能可贵、更加有效了。

我的书名来自济慈（John Keats，1795—1821）的诗句，济慈认为，牛顿把彩虹还原成三棱镜下的光谱，完全破坏彩虹的诗意。济慈实在是大错特错，而我的目的是拨乱反正，把被类似观点误导的人们带向相反的结论，

即科学才是（或者说应该是）伟大诗歌的灵感源泉。但是，我没有通过演示来解决争端的才华，所以只能靠散文化的语言来表达我的观点。书中有几章的标题借用了济慈的诗句；读者还可以不时发现一些引证或典故性段落，出自济慈或其他文学家，我希望借此机会，来歌颂他敏感的天赋。济慈和牛顿相比，性格更加可爱；他的身影是我写作本书时假想的审稿人之一，他好像就站在我身后，看着我写作。

牛顿解析彩虹，由此建立的光谱学，成为我们理解宇宙的一把钥匙，我们对宇宙的认识，大多由此而来。任何不负浪漫之名的诗人，看到爱因斯坦、哈勃和霍金的宇宙，其诗人之心，必然雀跃不止。我们从“星球的条形码”（夫琅禾费谱线）里，以及它们在光谱上的偏移中，读出了宇宙的性质。而条形码的形象，又把我们带到非常不同的、但同样充满奥妙的声音王国（“空中的条形码”），然后是DNA指纹（“法庭中的条形码”），反映了科学在社会其他方面的作用。

本书中以“被童话哄骗”、“解析玄妙，见怪不怪”为标题的章节，是专门写给平常的迷信人士，他们没有诗人守护彩虹的雅兴，而是沉醉于玄妙神秘之中，一旦得到解释就会大感上当。他们喜欢可爱的鬼怪故事，在他们头脑中，只要稍微发生一点儿奇怪的事情，就马上会联想到是小鬼作怪，或其他奇妙神迹。他们从不放过任何机会，总是在引用哈姆雷特所说的“天上和地下有很多的东西，贺拉斯，其丰富多彩，远超过你们的哲学梦想”。科学家的反应（“是的，但是我们正在研究它们”）无法扣动他们的心弦、引起他们的共鸣。对于他们而言，解释清楚一件事情的奥妙，就是煮鹤焚琴、大煞风景，就像某些浪漫的诗人认为牛顿“解析了彩虹”令人扫兴一样。

《怀疑论者》（*Skeptic*）杂志的编辑迈克尔·舍默（Michael Shermer）给我讲过一则有益的故事。有一次，一位著名的电视通灵人用念咒的老把戏欺骗观众，说自己正在“对话亡灵”。迈克尔·舍默当众揭穿了这个装神弄鬼的神汉。但是，电视观众并没有指责这个被揭穿的大骗子，反而去指责揭露者，并且支持一名女子“指责揭露者行为不当，因为他破坏了观众的幻觉”。你原本以为，这名女子会感激有人揭开内幕，但结果并不是！这名女子显然宁愿继续被彻底地蒙蔽下去。我相信天行有常，宇宙是有秩序的，无感于人们的偏见，这其中，凡事都有解释（即使还需要长远探索才能找到这些解释）。这样的宇宙，才有大美、大奇妙，远远超过用怪力乱神粉饰出来的宇宙。

可以说，灵异之说滥用了合理的诗性惊奇，而这些诗性惊奇本应滋养真正的科学。另一种威胁的来源可以称为“臆想的歪诗”。在“臆想的浪漫是虚幻的浮云”一章中，我反对用臆想的“歪诗科学”来勾引读者。为了举出一些事例，我找出了一位跟我专业领域相同的作家，他那富有想象力的文笔，不

成比例地对美国人理解进化产生了巨大影响（我认为这很不幸）。但是，本书的主要着力点是：赞美优秀的诗性科学。当然，我的意思不是说用诗歌来写的科学，而是被诗性之好奇所激发的科学。

最后四章，力图涉及四个不同的、但又互相联系的方面，以便提示那些比我更有才华的科学家，在诗性的激发下，能够做些什么。在亚当·斯密学派的意义上，基因不管多么“自私”，也必须是“合作的”（这就是我为什么在“自私的合作者”一章的开篇引用亚当·斯密，尽管那里讨论的并不是这个话题，而是关于奇妙本身）。一个物种的基因们，可以被认为是对其祖先所生存之世界的描述，是一本“逝者的基因之书”。大脑以相似的方式“重织世界”，构建一种“虚拟现实”并且不断地在头脑中更新。在“思维的气球”一章中，我思索了我们这一物种本身的最独特之特征的起源，并最终回到惊叹诗性冲动本身，以及它在我们的进化历程中可能扮演的角色。

电脑软件正驱动着一场新的文艺复兴，这浩荡的潮流中有一些富有创造性的天才，既是赞助的金主，同时本身也是“文艺复兴式的人”。1995年，微软公司的查尔斯·西蒙尼（Charles Simonyi）在牛津大学捐资设立一个新的教授席位——公众理解科学教授席位，我有幸成为这一席位的首任教授。我感谢西蒙尼博士，最明显的是感谢他高瞻远瞩，慷慨捐赠、资助这所从前未曾有过联系的大学；另外，我还感谢他对“科学”以及“应该如何传播科学”的富有想象力的认识。这一点精彩地体现在西蒙尼博士写给牛津大学的对于未来的声明中（他的捐赠是永久的，而且独具个性地避开了律师语言中的那种谨慎的小家子气）。我获得任命之后，就和他成了朋友，不时探讨这些问题。《解析彩虹》可以看作是我对这些谈话的贡献，也可以作为我当选“西蒙尼教授”后的就职演说。当然，在就职两年之后再谈“就职演说”似乎已不合时宜，那就允许我再次引用济慈的一段话吧：

> 查尔斯吾友，通过这个，你就可以完全清楚地看到，为什么我从未写下一行诗句赠你：因为我的思想从来没有自由和清晰，我的话不适合一对听惯经典声音的耳朵。

尽管如此，一本书的性质就意味着它的写作时间要长于准备一篇报刊文章或一次讲座。在孕育本书的过程中，我也收录了不少我发表的报刊文章、讲座稿，以及广播稿。我必须现在就声明这些，以免以后有读者奇怪地在各处发现同样的段落。我第一次公开使用“解析彩虹”这个标题以及“济慈对牛顿言辞不敬”这一主题，是我应邀在剑桥大学基督学院（即斯诺的母校）做1997年度斯诺讲座（C.P.Snow Lecture）的时候。

虽然当时我没有明确地高举他的“两种文化”的主题，但明显地与此相关。

约翰·布罗克曼（John Brockman）的“第三种文化”更是如此。他作为我的文稿代理人，以一种大不相同的方式，提供了非常重要的帮助。副标题“科学、虚妄和对奇观的嗜好”是我1996年做“理查德·迪布拜（Richard Dimbleby）讲座”时用过的标题。本书的早期书稿的某些段落曾出现在某些BBC（英国广播公司）电视讲座中。1998年，我还在第四频道播放了一个小时的电视纪录片《打破科学的樊篱》，其主题是文化中的科学，而其中的某些背景思想，来自笔者同制片人约翰·高（John Gau）和导演西蒙·雷克斯（Simon Raikes）的谈话，这些影响了本书的构成。1998年，我在“世纪之声”节目中采用了本书的部分内容，这是给设于伦敦伊丽莎白女王厅的BBC第三广播电台制作的一档系列节目。我的演讲标题“科学与情感”要感谢我的妻子，她发现偏偏那一次演讲起码已经被一家超市杂志剽窃了，而我不知道如何面对这一事实。本书的一些段落也曾作为约稿文章发表在《独立报》（*Independent*）、《星期日泰晤士报》（*Sunday Times*）和《观察家》（*Observer*）等报刊。1997年，我被授予国际宇宙奖时，选了“自私的合作者”这个题目在东京和大阪两地做获奖演说。演说的某些部分后来收入本书第九章，标题未变，但内容有所改动和扩充。

第一章的部分内容，曾出现在我的皇家学院圣诞讲座中。本书成稿还大大地得益于迈克尔·罗杰斯（Michael Rodgers）、约翰·卡塔拉诺（John Catalano）、迈克尔·伯基特（Michael Birkett）勋爵等人的建设性批评。伯基特先生是理想而智慧的普通读者，他学识聪慧，其批判性评论令人百看不厌。罗杰斯先生是我最早三本书的编辑，因为我的愿望和他的慷慨相助，所以他在我最近出版的三本书中也发挥了积极作用。我还要感谢卡塔拉诺，不仅仅感谢他的批评意见，更重要的是感谢他那对我很有帮助的优秀网页（http://www.spacelab.net/~catalj/home.html）能够让所有到此的网友驻足流连，而我本人对这个网页未着一字。企鹅（Penguin）出版集团和霍顿·米夫林（Houghton Mifflin）出版公司的编辑斯特凡·麦格拉思（Stefan Mcgrath）和约翰·拉杰维奇（John Radziewicz）都曾耐心地鼓励笔者、给出很好的建议，令我获益匪浅。不知疲倦的萨莉·霍洛韦（Sally Holloway）欣然为拙著做了最后的文字润色。此外，我还要衷心感谢帮助我的英格丽德·托马斯（Ingrid Thomas）、布里奇特·马克科特（Bridget Muskett）、詹姆斯·兰迪（James Randi）、尼古拉斯·戴维斯（Nicholas Davies）、丹尼尔·丹尼特（Daniel Dennett）、马可·里德利（Mark Ridley）、艾伦·格拉芬（Alan Grafen）、朱丽叶·道金斯（Juliet Dawkins）、安东尼·纳托尔（Anthony Nuttall）以及约翰·巴彻勒（John Batchelor）。

吾妻拉拉·沃德（Lalla Ward）对每一稿的每一章都不厌其烦地提出过详尽的批评意见。她那演员的耳朵对语言及其节奏十分敏感，我的每一次朗读，都能从她的聆听中受益无穷。每当我心生困惑或疑虑时，她都对本书

充满信心，她的愿景拢起了这本书。没有她的帮助和鼓励，本书不可能完成，所以，我要将这本书献给我的妻子。

第一章 熟悉的麻木

活着本身，就是最大的奇迹。

——墨文·皮克，《吹玻璃的工匠》，1950年

人固有一死，但正因为此，我们才是幸运儿。大多数人根本就不会死去，因为他们压根就没有诞生。这些潜在的、没有出生的人，数量超过了阿拉伯大沙漠中的沙粒；他们本来可能活着与我们同列，但事实上却永远也没有机会见到一丝阳光。显然，在那些没有诞生的生灵中，会有比济慈更伟大的诗人、比牛顿更伟大的科学家。我们知道这些，是因为我们的DNA所允许的“可能存在的人”的数量，大大超过有机会出生的人。拥有这些罕见机会的幸运儿，就是你和我，就是生活在这世上的平淡无奇的人们。

伦理学家和神学家极其重视受孕的时刻，将此看作灵魂成为存在的时刻。如果你像我一样，不认可这种言论，你仍然必须将（你出生之前九个月的）某一特定的时刻，作为你个人命运中最具决定意义的时刻。在这一时刻，你的意识突然比一刹那之前具有了上万亿倍的可预知性。可以肯定，胚胎状态的你还需要克服许多困难。许多胎儿在母亲还没有意识到其存在时，就流产夭折了，而我们却有幸逃离了这种厄运。有些个体则更加幸运，比如同卵双胞胎（它们在受精之后就分离开了）。无论如何，在你个人回顾的时候，某一个特定精子穿过某一特定卵子膜的一瞬间，构成了一个令人眼花缭乱的奇迹时刻。曾阻止你降生为人的天文数字般的重重危机，在这一瞬间，降为了个位数字。

这种生命的彩票开始于我们受孕之前。你的父母需要相遇，在他们背后，还有四位祖父母和八位曾祖父母需要相遇，还有更多的曾曾曾祖父母——不知该追溯到哪里为止。戴斯蒙德·莫里斯（Desmond Morris）在其自传《陪伴动物的日子》（*Animal Days*，1979年）的开篇，这样引人入胜地追溯：

> 一切都始于拿破仑！如果不是拿破仑，我可能就不会坐在这里写这些文字了……是拿破仑在半岛战争中发射的一颗炮弹，轰掉了我的曾曾祖父詹姆斯·莫里斯的胳臂，从而改变了我们家族的整个历史进程。

莫里斯说他祖先被迫改变职业，对他产生了一系列连带影响，臻于顶峰的

是莫里斯对博物学产生了兴趣。但莫里斯真的没有必要为此烦恼。这里面不只是“可能”而已。千真万确，他当然要把自己的存在归功于拿破仑——我和你也都是如此。拿破仑也没有必要非得轰掉詹姆斯·莫里斯的胳臂，才能决定小德斯蒙德的命运（以及你的和我的命运）。不仅是拿破仑，就是中世纪最卑微的农夫打一个喷嚏，也会影响某些事物，接着影响另一些事物，经过长长的链式传递，结果到达了你一个可能的祖先那里，使他最终没有成为你的祖先，而是成了另外一个人的祖先。我并没有在谈论“混沌理论”或“复杂性理论”，我只是在谈论因果关系的普通统计学。事实上，我们之存在所系的历史诸事件构成的细线，极其脆弱，吹弹可断。

> 哦，我王，同那些我们不知道的荏苒时光相比，人们目前在大地上的生活，就好比过堂之雀。冬天，万岁爷和将帅公卿端坐于殿堂。麻雀从一扇门飞进来，又从另一扇门飞出去，虽然鸟儿在殿堂之中的时候完全不接触冰雪风暴，但这样短暂的、平静的时刻转瞬即逝，鸟儿来自寒冬，又返回寒冬，消失在我王的视线中。人之生命与此仿佛，前不知古人，后不知来者。

——“可敬的”比德，《英吉利教会史》，731年

这是另一个我们幸运的方面。宇宙的古老超过一百亿年，在一个可与之相比的时间内，太阳将膨胀成一颗红巨星并且吞噬地球，而这百亿年中的每一个世纪，都已经担当过“当前的世纪”，或者将担当“当前的世纪”。

有趣的是，一些物理学家不喜欢“移动的现在”这一理念，他们视其为一种主观现象，在他们的方程式中找不到位置。但是，我现在要做一项主观论证。就我的感觉而言，现在，是在从过去移向未来，就像一盏聚光灯，正沿着一把巨大的时间标尺向前缓慢移动。我猜你的感觉也是这样。在聚光灯的后面是黑暗，是死亡的过去的黑暗，而前面又是不可预知的未来的黑暗。你所在的世纪，位于聚光灯下的概率，就好比你随手抛起一枚硬币，落地时恰好砸中了一只在从纽约到旧金山的路上爬行的蚂蚁一样——极其偶然。换句话说，你大有可能不是活在这个世纪。

尽管命途多舛，但你还是会注意到——事实上，你是活着的。已经被聚光灯光临过的人们，以及还没有被照到的人们，都不能阅读我的这一本书。而我能坐在这里写这本书，是同等幸运的。当你读到这本书的时候，也许我已经不在人世。事实上，我非常希望当你读这本书的时候，我已经死了——请不要误解我，我热爱生命，希望活得越久越好。但是，每一位作家都希望自己的作品拥有尽可能多的读者，而又因为将来的人口非常有可能超过今天的人口，所以我才希望你看我的书的时候，我已经死了。幽默地

看，我只是在希望自己的书不要很快绝版。但是，我在写这本书的时候，我看到的是：我幸运地活着，你也幸运地活着。

我们生活的这颗行星，极其适合我们这种生物的生存：地球不冷、不热，沐浴着和煦的阳光，轻柔的流水；这颗行星温柔地自转，由青葱色和金黄色构成了一场丰收的节日盛宴。是的，地球上也有沙漠和贫民窟，也能找到饥饿、痛苦和不幸。但是，看一看地球的竞争者们！和大多数行星相比，我们的地球就是天堂！而且不管按照什么高标准，有些地方仍是天堂乐园。随机挑选一颗行星，能具有如此温柔的性情，其概率为几何？即使采用最乐观的计算，我们也是中了百万分之一的大奖！

设想：一艘遨游太空的飞船，里面装满了冷冻起来的沉睡旅客——他们远赴某一遥远星球，要做星际移民。飞船在执行一项拯救人类的凄凉使命，因为一颗彗星，就像引起恐龙灭绝的那颗彗星一样，正在不可阻挡地撞向地球。乘客们进入深度冷冻状态时，心知自己很难找到另外一颗宜生的行星。机会微乎其微，最多只有百万分之一，而且从一颗恒星飞往另一颗恒星需要几百年，这艘飞船凶多吉少，能找到一颗其乘客可以忍受的星球，就已经非常难得，更遑论安全的天上人间。

但是，请设想：自动驾驶飞船的这一趟漫漫旅程，运气好得简直不可思议。几百万年之后，飞船的确找到了一颗适合人类生存的星球——温度和地球相近，也沐浴着温暖的阳光，有新鲜的氧气和水。这些星际乘客——李伯(注)们，跌跌撞撞地走进这光亮之中。经过一百万年的沉睡，他们来到了这样一颗全新的富饶星球，这葱翠的世界，气候温润、牧草繁茂、溪流潺潺、瀑布飞流，还满是各种各样的动物，突然飞奔冲入这片奇异的绿色乐园。我们的乘客心怀狂喜，目瞪口呆，蹒跚而行，几乎不敢相信这些不同寻常的感觉，或他们的好运气。

正如我说过的，这个故事需要太多的幸运，也许永远也不会发生。可是，这样的好运，难道不曾降临到你、我头上吗？我们不都是顶住了天文数字的重重逆境，从亿年沉睡中苏醒过来的吗？只不过，我们不是乘飞船来的，而是被生出来的。我们也不是突然地感知到这个世界，而是通过童年，逐渐熟悉了这一切。我们是缓慢地理解了我们的世界，而不是突然地发现了这颗星球，但这一事实并不应该减损它的奇妙性。

当然，我是在耍弄幸运的理念，把马车放到了马的前方。我们这类生命，生存在一颗温度、降水等等一切恰到好处的行星上，这并非偶然。如果这颗行星适合另外一类生物，那么进化到今天的生物，就不会是我们，而是它们。但是，我们作为人类中的一名名个体，仍然是洪福齐天、幸运之至！我们不仅仅乐享我们的这一颗行星，而且更加幸运的是，我们被恩赐

了机会，在永闭双眼之前的短暂一生中，能去理解我们的眼睛为什么是睁开的、明亮的，以及它们为什么会看到这些。

我认为，这里有一句话，绝妙地回答了那些总是问“科学有什么用？”的小气鬼。据某一作者不明的“妙答”轶事，有人问迈克尔·法拉第：科学有什么用？法拉第回答：“先生，刚出生的婴儿有什么用？”法拉第（或本杰明·富兰克林，或其他科学家）认为：很明显，婴儿现在当然什么也干不了，但他未来的潜力无限。而我现在考虑，法拉第还另有弦外之音：如果生存的唯一目标就是——不断地工作，以便能继续活着，那么把孩子生到这个世界上还有什么意义？如果判断每一件事的标准都是“有用”——对活着有用，那么我们的生存，就面对着一个了无意义的循环。生活一定还另有价值。至少，生命中的一部分应该致力于那样一种有价值的生活，而不是不断地工作，以求不死而已。所以，我们才把纳税人的钱用于奖掖艺术，用于保护稀有动植物和精美的建筑。我们用这一条，就能回答一些鄙夫所说的“只有当野生大象和历史遗迹‘有利可图’时，才应该去保护它们”。而科学也是同样的。科学当然是有利可图的，也是有用的，但它还远远不止这些。

经过百亿年的沉睡，我们终于在这样一颗欣欣向荣的行星睁开了眼睛，置身色彩闪烁、生机勃勃的人间。但人生苦短，仅仅几十年之后，我们又要闭上眼睛。我们在阳光下度过的短短的一生中，如果能致力于了解宇宙的奥秘，知道我们为什么睁开眼睛，难道不是一种高贵的、开明的生活方式吗？当别人（经常！）问我“早晨何必还要起床？”的时候，我就是这样回答的。而反过来说，如果一个人，从生到死，都没有想过自己为什么要降生到这个世界，岂不惜哉痛哉？这样一想，难道你不会从床上蹦起来，迫不及待地重新开始认识世界，并乐于成为世界的一部分？

女诗人凯瑟琳·雷恩（Kathleen Raine）在剑桥大学学习自然科学，专攻生物学，当时她很年轻，爱情失意，肝肠寸断，于是便写诗安慰自己破碎的心：

天空对心灵那么熟悉，对爱那么接近。

他用明晰的语言，告诉我的灵魂：你所要的都已具备！

天上的云彩、风、涌动不息的大海和森林里的生灵，

和你同时诞生，这才是你的自然本性。

振奋精神，不要担忧，

要么在坟墓中沉睡，要么呼吸生命的空气，

和花朵和老虎一起尽情地享受世界。

——《激情》，1943年

生命中有一种习以为常的麻木、对平淡的冷漠以对，它迟钝了我们的感官，掩盖了生命的不可思议。对于我们这些略输文采、颇逊风骚的普通人，至少还是值得经常花费些时间，费力地摆脱这种麻木的。但是，怎样才能最有效地改掉童年起就逐渐养成的懒散习惯呢？我们不能真的飞到另外一颗行星上去，但是，如果我们换一种眼光来看待这个世界，就能享受恍然降临另一颗星球的感觉。有时候，我禁不住要利用玫瑰或蝴蝶这些简单的例子，但是，这一次，还是让我们直接降临陌生世界的深处，去切身体验吧。记得多年以前，我参加一位研究章鱼（及其近缘的鱿鱼和乌贼）的生物学家举办的讲座。他开始解释他对这些动物的迷恋。他说：“你看，它们是‘火星人’。你曾经观察过鱿鱼改变颜色吗？”

电视图像有时候被投影在发光二极管（LED）构成的巨型屏幕上。不同于荧光屏通过电子枪从荧屏的一端扫向另一端，LED屏幕是由一盏盏独自控制的小灯排列而成的阵列，每一盏小灯都能够独立地闪亮或关闭。从远处看，整个巨大方阵的变化，就形成了活动的图像。鱿鱼皮肤的结构就像LED屏幕，但它用的不是小灯，而是成千上万充满墨汁的小囊。每个墨囊都由纤细的肌肉控制，而神经系统又像牵木偶的线一样，连接着每一丝独立的肌肉。这样，鱿鱼的神经系统就可以控制每一个小墨囊的形状，从而让小墨囊或隐或现。

从理论上讲，如果你连线监控小墨囊的每个神经细胞，并通过电脑来实施电刺激，那么你就可以让鱿鱼的皮肤演出像查理·卓别林一样的电影！当然，鱿鱼不会干“放映电影”这种事，但它的大脑却能精确、快速地控制所有的神经，因此，鱿鱼的裸体表演依旧相当迷人：一波一波的色彩逐个滑过它的皮肤表面，好像快放影片中的云彩、旋涡和涟漪，在活的屏幕上你追我赶。鱿鱼迅速地用信号表达着自己变幻的情绪：一秒钟前还是深棕色，转眼就变得像幽灵一般苍白，迅速地变幻交织各种点、线构成的图案。和鱿鱼的变色相比，变色龙的把戏只是业余水平。

美国神经生物学家威廉·卡尔文（William Calvin）是一位当下仍在努力思考“思考本身究竟是什么”的专家。他像许多前人一样，强调这样一种理念：思维活动的发生，并非局限在大脑中某一个固定的位置，而是来自大脑皮层上不断变幻的活动模式，大脑单元不断地征募邻近的单元，形成群落，构成同样的想法；它们同进行其他思考的争鸣群落，开展达尔文式的

竞争。我们看不到这些变幻的模式，但是假如神经元活跃的时候会亮起小灯的话，我们大约就会看到这些模式。我意识到，大脑皮层的变化可能会像鱿鱼的表皮一样变化。鱿鱼是用皮肤来思考的吗？当一只鱿鱼突然改变其颜色模式的时候，我们认为鱿鱼是在演示一种情绪变化，向另一只鱿鱼发出信号。例如，颜色变化可能宣告一只鱿鱼从攻击性情绪转为畏惧情绪。

当然，我们很自然地设想：情绪变化发生在鱿鱼的大脑中，然后导致皮肤色彩的变化，对外可见地播放其内心思想，以服务于沟通的目的。我要追加的幻想是：鱿鱼的思想如果只能驻留在皮肤上。如果鱿鱼用皮肤来思考，那就会比我的同行认识到的更像“火星人”。即便这样的假设太过牵强（的确），但鱿鱼皮肤表面涟漪般的色彩变幻，仍然让我们感到真是匪夷所思，从而将我们从习以为常的麻木中惊醒！

实际上，鱿鱼并不是我们经常见到的唯一一种“火星人”。请想一想那些面貌古怪的深海鱼类，想一想尘螨，如果它们不是那样微小的话，模样一定更加吓人；再想一想姥鲨，更吓人。的确，再想一想变色龙，它们的舌头可以弹出来、眼睛可以上下左右转动、身体冰冷、步态缓慢。或者，我们观察自己的体内、观察构成我们自己身体的细胞们，也同样能够有效地领会“另一世界的奇异”。细胞并不是一个简单的液囊，它其中充满了固体结构，是一个由复杂的、折叠膜包裹构成的迷宫。一个人的身体内大约有一百万亿个细胞，这些细胞中的膜结构铺展开来，可以覆盖80多公顷的土地，相当于一片颇具规模的农场。

那所有这些膜是干什么的呢？——它们看起来好像是细胞的填充物，但它们并不只起这种作用。这些折叠起来的膜，大部分是化学物质的“生产线”，由移动的传送带构成了成百上千个级联，每一个级联间用精确的生产顺序，通向下一个级联工序，整个过程被快速转动的化学齿轮所驱动。一种有9个齿的化学齿轮，称为三羧酸循环，主要作用就是为我们的身体制造能量。它的运转速度达到每秒100转，每个细胞中都存在上千个这种化学齿轮。这种特殊的化学齿轮住在线粒体中。微小的线粒体，像细菌一样在我们的细胞中独立繁殖。我们将看到，现在已经公认，线粒体，以及细胞中生命所必需的其他结构，不仅类似于细菌，而且直接演化自祖先细菌；它们在十亿年前放弃自由，进入原始细胞内。我们的身体相当于一座由细胞构成的城市，而每一颗细胞是一座由细菌构成的小镇，所以你就是一个由细菌构成的超级大都市。我不知道这是否会把你从麻木中惊醒？

显微镜帮助我们的头脑窥探细胞膜中那些奇异的通道，就如同望远镜带我们降临遥远的星系。但是，另一种摆脱麻木的方法，那就是追溯既往，用地质学家的时间概念，去考察远在人类诞生之前的地质时代。我们捡起一块三叶虫化石，课本告诉我们，它至少已有5亿年的历史。我们不能理解

这样漫长的时间，但是，我们好奇若渴，愉快地渴望尝试理解这些。我们的大脑虽然已经进化得能够理解我们一生中的时间尺度：秒、分、时、天、年，甚至还有世纪等，可是对于一千年以上的时间，我们就感到脊柱发凉了。荷马神话史诗，希腊诸神宙斯、阿波罗、狩猎女神阿尔特弥斯的事迹，犹太英雄亚伯拉罕、摩西和大卫，还有他们令人敬畏的神耶和华，古埃及人和他们的太阳神拉（Ra）：这些启示了诗人的灵感，带给我们思接千载、悄然动容的心颤感受。我们好像透过奇异的迷雾，看到了陌生古代回荡的形象。但是，在我们的三叶虫化石的时间尺度上，这些自诩为远古的存在，充其量宛如昨天。

关于深邃的时间，人们曾经发明过很多戏剧性的表达形式，我在这里将尝试另一种形式。让我们在一张纸上写下一年的历史。这不可能写得十分详细，只能像每年12月31日报纸上的“年度大事回顾”那样写一个轮廓，每个月只有几行字。再用另一张纸写前一年，只记录那一年所发生的主要事情，每年写一张纸，以此类推一直写下去，然后把这些纸装订成书，标上数字。就如吉本（Edward Gibbon）在1776—1788年间所著的《罗马帝国衰亡史》（*Decline and Fall of the Roman Empire*），内容跨越了约一千三百年，共6卷，每卷约500页。吉本的编史，就和我们谈论的回溯步伐差不多。

> 又一本讨厌的、厚重的大部头，您总是草草成文、草草成文、草草成文吗，吉本先生？
>
> ——威廉·亨利（William Henry），
>
> 格鲁塞斯特一世公爵，1829年

这句话我摘自精美的《牛津引语大辞典》（*The Oxford Dictionary of Quotations*，1992年）。这部辞典本身就是一本可恶的大部头，像一块顶门用的四方砖头，其厚度大约能把我们带回伊丽莎白一世女王的时代。我们有一把近似的衡量时间的标尺——10厘米厚的书籍可以记录一千年的历史。建立自己的衡量标准之后，我们再返回地质学深邃时间的陌生世界。我们先把记录着最近历史的那本书平放到地上，然后在上面叠上更早时代的一本书，以此类推。站在这一堆书的前面，我们本身就可以作一把活标尺。如果我们要读到耶稣的话，我们就得定位在地面以上20厘米的高度，也就是我们脚踝略上的位置。

一位著名考古学家挖掘出一位青铜时代的武士，头戴的面罩保存完好。考古学家狂喜地惊呼：“我正在凝视阿伽门农的脸庞！”他的眼光穿透传说中

的古代，语调中充满了对古代的诗性敬畏。而要想在我们的书梯上寻找阿伽门农，你就得俯身搜寻小腿一半的高度。离那里不远，还可以找到佩特拉（玫瑰色的古城Petra，犹如半阙的时光一样古老）、万王之王奥西曼提斯（“且看朕之功业，天公敢不惧乎？”注），以及古代世界谜一样的奇迹：巴比伦空中花园。而迦勒底人（Chaldees）的吾珥城（Ur）、传奇英雄吉尔加美什（Gilgamesh）的乌鲁克城（Uruk），时间还要稍早一些，所以你得在略高于你的膝盖的地方，才能找到他们建国的历史。按照17世纪大主教詹姆斯·乌舍（James Ussher）的说法，这前后是最古老的日期——因为这位主教计算出公元前4004年是创造亚当和夏娃的时间。

客自海外归，曾见沙漠古国，有石像半毁，唯余巨腿蹲立沙砾间。像头旁落，半遭沙埋，但人面依然可畏，那冷笑，那发号施令的高傲，足见雕匠看透了主人的内心，才把那石头刻得神情惟肖，而刻像的手和像主的心早成灰烬。像座上大字在目：“吾乃万王之王是也，盖世功业，敢叫天公折服！”此外无一物，但见废墟周围，寂寞平沙空莽莽，伸向荒凉的四方。

驯服火是我们人类历史上极其重大的进展，技术大多从其中衍生而出。那么，记录这一史诗性发现的那一页，位于我们这摞书中的什么位置呢？如果你记得包含全部有记载之历史的书堆，正好可以让你舒服地坐下，那么，驯服火的年代会让你大吃一惊。考古踪迹告诉我们，火是由我们的直立人祖先发现的；虽然我们不知道他们是自己生的火，还是将火种带回来使用的，但至少在50万年前，他们就已经开始用火。所以要在我们的类比书梯中寻找“用火”的记录，你至少得攀登到超过自由女神的高度。这个高度令人晕眩，而人们最早提到传说中的盗火者普罗米修斯（Prometheus），却不过是在稍低于我们的膝盖的地方。如果你要读到露西和我们在非洲更新纪的灵长动物远祖，你攀爬的高度，势必超过任何一座芝加哥市的高楼！至于我们和黑猩猩之共同祖先的传记，可能又比这个高度还高两倍。

然而，我们刚刚开始追溯到三叶虫的探险。那么，这些书究竟要摞多么高，才能找到记载着（尽管相当不精确）这一只三叶虫在寒武纪浅海里诞生和死亡的那一页呢？答案是——56千米。我们不习惯和这样的高度打交道，因为珠穆朗玛峰的海拔也不到9千米。如果放倒那堆书架起的天梯，铺在地上，或许可以帮我们感受到三叶虫年代的久远。请设想一条书籍构成的天路，长度三倍于纽约曼哈顿岛的长度，而且塞满了吉本的《罗马帝国衰亡史》那样的大部头，每页纸只记录一年的历史。要读到三叶虫时代，真要比读完国会图书馆的1400万册藏书还要辛苦。即便如此，和地球生命本身的年纪相比，三叶虫还算是很年轻的。第一个生命（也就是三叶虫、细菌和我们人类的共同祖先）的古老的化学生活，记录在我们想象的史诗的第一卷，也就是我们的这条马拉松一般的书架的尽头。整条书架的

长度将从伦敦延伸到苏格兰边界，或者从亚得里亚海穿过希腊，到达爱琴海。

或许，这样的距离感仍然不够真实。我们用类推思维的艺术处理庞大数字时，应该注意不能超过一般人领会的限度。如果超过，那么类比本身也就像真实情况一样，令人难以领会了。如果去史书中追溯你的由来，但这条“书籍构成的天路”却是从罗马到威尼斯那么长，这就让人“丈二和尚摸不着头脑”、很难理解了，就好比让人面对一个“40亿年”的单调数字一样。于是，前人还曾使用过另外一种方法：尽量张开双臂，用左手指尖表示生命的起源，用右手指尖表示今天。那么从左手指尖经过身体、再到达右边的肩膀，生命形式都停留在细菌阶段。多细胞无脊椎动物在你的右手肘部繁荣起来，恐龙在掌心位置出现，在手指最末端关节处灭绝。智人（Homo sapiens）和我们的前辈直立人（Homo erectus）的历史，位于指甲刀能剪到的最深处。至于有文字记载的历史，至于苏美尔人、巴比伦人、犹太人的老祖、法老的王朝、罗马军团、基督教的教父、米提亚人和波斯人永恒的律法，至于特洛伊人和希腊人、海伦和阿喀琉斯、阿伽门农之死，至于拿破仑和希特勒、甲壳虫乐队和比尔·克林顿，他们和所有知道他们的人——只要用指甲锉轻轻一锉，就会飞付尘灰。

穷人们很快被忘记

他们数量多过活人，但他们在哪里埋骨？

每个活人的背后，都有一百万死者。

没有人看到他们撒落在大地上的骨灰。

那层骨灰是如此的厚重，连空气也无法通过，

没有缝隙，风也通不过，雨也没法落。

地球就是一片灰尘的云，是骨头构成的土壤，

连我们的遗骸，都无法容着。

——撒切尔雷·西特薇儿，《阿伽门农之墓》，1933年

虽然不太重要，但西特薇儿的第三行诗不够准确。据估计，在所有曾经活过的人中，现在活着的人占了相当大的比例（这反映出了指数增长的力量）。如果我们按传代数，而不是按个体数来考虑，特别是当我们超越人

类，追溯生命的肇始，西特薇儿的感情就有了一种新的力量。假设从5亿多年前第一个多细胞生命绽放开始，我们母系祖先的每一只个体，都倒下来死在其母亲的坟墓上，最终变成化石，就像特洛伊城一样被层层掩埋。再假设每一块化石在这一系列地层中都被压制成1厘米厚的饼，那么，为了容纳不断步其后尘的化石，我们需要这岩层有多厚呢？答案是需要有大约1000千米厚的岩石——这大概是地壳厚度的10倍。

美国大峡谷的岩层，从最深处到最浅处，基本覆盖了我们现在谈论的历史，然而，其厚度只有约1.6千米。如果构成大峡谷地层的都是化石，而不是化石们之间的岩石，这么厚的空间也只够容纳全部列祖列宗的化石的1/600。这个计算将帮助我们正确地应对原教旨主义者主张的找到化石渐变的“连续”系列，才会接受进化的事实这种观点。很简单，地球上的岩石绝对没有地方去容纳这么多的遗骸，降低几个数量级也不行。不管你从哪个方面来看，都只有极少部分的生物能够有幸成为化石。正如我以前说过的，我认为那是一种荣耀。

> 逝去的生命数量，大大超过能活下来的生命的数量。黑夜的时间，大大超过白昼的长度，而谁知道哪里是等分点？每个小时加合起来组成当前的时代，一刻也不停留。我们搞不清楚，人中翘楚是否都为人所知？或者说除了在已知时光中被记住的一时豪杰，是否曾经天外有天，人外有人？

——托马斯·布朗，《瓮葬》，1658年

---

1. 李伯（Rip Van Winkle），又译为瑞普·范温克尔，是华盛顿·欧文（Washington Irving）小说中的主人公，他入山遇仙，沉睡20多年后，才回到自己的家乡，发现世事沧桑，一无所知。中国也有类似的传说，《列仙全传》记载：王质，晋时衢州（今浙江省内）人，入山伐木，至石室见二位老者弈棋，便置斧旁观。老人与之食，似枣核，吮其汁便解饥渴。后老人对王质说：“你来已久，可回去了。”王质取斧，柄已尽烂。遂归家，已历数百年。亲人无复存世，后入山得道。唐孟郊《烂柯石》曰：仙界一日内，人间千岁穷。双棋未遍局，万物皆为空。樵客返归路，斧柯烂从风。唯余石桥在，独自凌丹虹。——译者注
2. 奥西曼提斯（雪莱 诗，王佐良 译）

第二章 伯爵们的客厅

你可以用磨盘碾碎他们的灵魂。

你可以绑住他们的肉体、心灵和眉，

但诗人将依然追随彩虹，

他的兄弟仍将追随犁铧。

——约翰·伯尔·欧来里（1844-1890），《彩虹的珍宝》

打破习以为常的麻木是诗人最擅长的事情，这是他们的本职工作。但是，太多的诗人，在太长的时间里，忽略了科学能给灵感提供的一座巨大金矿。只有一代诗坛领袖奥登（W.H.Auden）才对科学家抱有一些好感。但是，即使是奥登，也只看到了科学家们经世济用的一面，只是在同政治家进行对比的时候，才看到了科学家的优点，他仍然错失了科学本身的诗性潜力：

> 我们这个时代真正的行动家——改变世界的人，并不是政治家或行政官僚，而是科学家。不幸的是，不能为歌颂他们而写下诗篇，因为他们的行为乃是关于物，而不是关于人，所以是不会说话的。当我置身于科学家们中间，我感到像一名卑微的助理牧师偶然误入了一间坐满伯爵的大客厅。

——《染工之手》，载于《诗歌与城市》，1965年

讽刺的是：当我和许多科学家同诗人们在一起的时候，我们基本上也是这种感觉！这事我以后还会重提，不过我们的文化对于科学家和诗人的地位的通常评价大概正是这样。这也可能就是奥登处心积虑地“反其道而言之”的原因。可是，他为什么要这样肯定地说，诗歌不能颂扬科学家及其行为呢？科学家，能够比高官政要更有效地改变这个世界，但这并不是他们所做的一切，当然也不是他们能做的一切。科学家改变的是我们认识大宇宙的方式，他们帮助我们想象时间诞生于炽热，并终结于永恒的冷寂。或者用济慈的话来说，科学家让我们“直接跃向银河”。静默无言的宇宙，难道不值得诗兴大发？为什么诗人只颂扬人，而不颂扬缓慢运转、育化为人的自然力量？达尔文曾进行伟大的尝试，虽然他的才华主要不在诗歌，

而在其他方面：

凝视一个杂草丛生的河岸，各类植物覆盖其上，鸟鸣于林间，昆虫各处飞舞，蚯蚓爬过湿润的泥土——细想，这些构造精巧的生命形态，彼此间迥然不同，但却以复杂的方式互相依靠，它们都是由在我们周遭发挥作用的定律产生出来的——这是多么有趣！……于是，从自然界的战争中，从饥馑与死亡之中，我们所能设想的最高贵的事物（即高等动物的产生）直接随之而来。生命以此观之，何其壮哉——太初有几丝元力被吹入了几种（或一种）生命形态之中；随着这颗行星依照引力定律运转不停，从这样一个简单的开端，发展出最美丽和最奇妙的无数生命形态，方兴未艾，演化而来。

——《物种起源》，1859年 注

威廉·布莱克（William Blake）的兴趣是宗教性的和神秘的。但是，我真真切切地希望，下面的他著名的四行诗是我写的，一个字都不要改！而如果真是我写的，那么我的启迪和意义将会大不一样。

一沙一世界，一花一天堂。无限掌中置，刹那成永恒。

——《天真的序言》，1803年，徐志摩译

这些诗行完全可以当作科学来读，完全可以视为站在移动的聚光灯下，视为驯化空间与时间，视为由极小的量子微粒构成的庞然大物，视为用一朵花微缩整个进化过程。这种惊叹、敬畏和好奇的冲动——既曾引导布莱克进入神秘主义（我们后面还要论及，这构成较轻度的超自然迷信）的冲动，也曾把另一些人引向了科学大道。我们的解读尽管不同，但令我们感到兴奋的东西却是一样。神秘主义者满足于享受奇妙，满足并沉湎于神秘，但并不打算去进行理解。科学家们也感受到了同样的奇妙，但他们感到不踏实、不满足；认识到这种深刻的神秘之后，他们接着说“但是我们正在研究它”。

布莱克不喜欢科学，甚至害怕和鄙视科学，他写道：

培根与牛顿，埋身于阴郁的钢铁，

他们高悬恐怖，

就像在用铁鞭抽打海神之子，

其推理就像巨大的毒蛇，缠绕着我的四肢……

——《培根、牛顿与洛克》，载于《耶路撒冷》，1804—1820

这真是浪费诗才。而即使我们相信时髦的评论家们所坚持的观点——其诗歌之下有一种政治动机，那仍然是对才华的一种浪费。因为相比之下，政治和它的各种当务之急是如此短暂、微不足道。我的主张是：诗人应该更好地利用科学提供的灵感，但与此同时，为了拥有更精美的语言，科学家也必须向我所认同的支持者——诗人们，伸出手。

当然，这并不是说科学应该表现为宏文雄辩。查尔斯·达尔文的祖父伊拉斯谟·达尔文（Erasmus Darwin）创作的押韵的两行诗，在他的时代虽然令人惊讶地很受好评，却没有对当时的科学有所促进。除非科学家凑巧具有卡尔·萨根、彼得·阿特金斯或洛伦·艾斯利（Loren Eiseley）那样的才华，才有可能在表达科学的时候，使用一种从容不迫的诗性风格。事实上，简单、清晰而明确的表达，就能够取得良好的效果；就让事实和理念来为自己发言！科学之中，就有诗性。

诗人可以写得很晦涩，有时候他们这样做有正当的理由；而且他们严正声明：没有必要（或义务）去解释他们写的诗。“请告诉我，艾略特先生，一个人怎样才能正确地用咖啡勺来度量他的一生？”这样说话显然不会开启一场愉快的交谈。但科学家却与诗人不同，科学家们正当地盼望能回答与此相当之类型的问题：“基因在什么意义上是自私的？”“从伊甸园之河中，究竟流出了什么？”我还得应别人的要求回答“攀登不可能的高峰”是什么意思，以及人们如何缓慢、逐渐地爬上峰顶。所以，我们科学家的语言，必须努力发挥其启发与解释的作用，如果某种表达方式不能让别人理解我们的意思，我们就应该改弦更张、尝试让人更容易理解的其他方式，但是不能丧失（而且还要增加）语言的清晰度：为了真正的科学，我们需要重拾和再造令人敬畏的、感动神秘主义者布莱克的那种好奇心。可惜的是，真正的科学在目前较低水平上，只可以吸引如电影《星际迷航》（*Star Trek*）或《神秘博士》（*Doctor Who*）的影迷们；而在最低的水平上，科学更是被星相大师、天眼通和电视通灵人所劫持，成为他们赚钱的工具。面对这样的现实，真正的科学的确有理由感到痛心疾首。

伪科学的劫持，并不是对我们的好奇心的唯一威胁，另一种威胁是民粹主义者提倡的“媚俗科学”——我后面再谈这个问题。第三种威胁，来自时髦学科中唬人的学院派。在他们当中，流行的风尚就是视科学为“许多文化神话当中的一个”，而且其真实性和正当性，并不高于其他文化神话。美

国社会对历史上虐杀原住民的负罪感（这是合理的），养育了这种思潮，结果导致了一些可笑的后果。比如肯纳威克人（Kennewick Man）的案例。

1996年华盛顿州发现的一具人类骨骸被称为“肯纳威克人”，碳同位素定年表明，他生活在九千多年以前。人类学家对他极感兴趣，因为解剖学线索表明，他可能与典型的美国原住民没有关系，而更可能代表了另外一支早期移民，他们甚至可能来自冰岛，越过了今天被称为白令海峡的地方，来到美洲。但正当人类学家打算去做一项十分重要的DNA检测时，司法当局却接管了骨骸，并且准备把它移交给当地的印第安人部落。这个部落的代表提出，要安葬骨骸，禁止任何进一步研究。这当然遭到了考古界和科学界的广泛反对，因为即使肯纳威克人属于某一种美洲印第安人，在九千年前偶然生活在同一片土地，他和现在的印第安人部落也不大可能具有亲缘关系。

美国原住民的法律能量令人难忘，若不是一次神奇的节外生枝，那位“古人”可能已经被移交给了这个部落。节外生枝的是：崇拜挪威古代神灵托尔（Thor）和奥丁（Odin）的阿萨特鲁部落的议事会（Asatru Folk Assembly）独自提出了一项司法求索，说肯纳威克人实际上是一位维京人（“北欧海盗”）。关于这个北欧教派的观点，你可以参考1997年夏季号的《神秘石头》（*The Runestone*）杂志。这个北欧教派甚至获准为这些骨头举行宗教仪式。于是就惹恼了雅卡玛（Yakama）印第安人群落，他们的发言人害怕举行维京人仪式会“使肯纳威克人的灵魂找不到他的身体”。实际上，用DNA对比法可以妥善解决印第安人与北欧人的争论。北欧人非常乐意进行这项试验，对遗骸进行科学研究，无疑会使人类何时到达美洲这个问题大白于天下，但印第安人领袖憎恨研究这个问题，因为他们相信自创世以来，自己就一直生存在这块土地上。正如尤马蒂拉（Umatilla）部落之宗教领袖阿曼德·明托恩（Armand Minthom）所说：“从口口相传的历史中，我们知道，自从有时间的那一刻起，我们的祖先就是这块土地的一部分。我们不相信科学家认为的我们是来自其他大陆的移民。”

我有一条妙计，也许可以帮助考古学家们——你们干脆宣称自己是一种宗教，DNA指纹是你们的神圣图腾！——非常滑稽，不过20世纪末，美国的气氛就是如此，这可能是唯一一个行得通的方法。如果你说“看哪，这么多数据，来自碳同位素定年、线粒体DNA分析以及对陶器的考古学分析等等，都雄辩地表明，X就是事实”，那么谁也不会理你；可是如果你说“这是我们的文化中最基本的、毫无问题的信仰，X就是事实”，那么你就会立即受到法官的注意。

这样做，也同样会吸引许多学院派人士的注意。20世纪末，他们发现了一种反科学的新式“博学宏词”，有时也被称为对科学的“后现代批评”。对此

进行最彻底揭露的，是保罗·格罗斯（Paul Gross）与诺曼·莱维特（Norman Levitt）的杰作《高级迷信：学术左派及其同科学的争吵》（*Higher Superstition*：*The Academic Left and its Quarrels with Science*，1994年）。美国人类学家马特·卡特米尔（Matt Cartmill）总结了其基本信条：

> 任何一位宣称（对任何事物）具有客观知识的人士，都是在尝试控制与统治我们……并不存在客观事实，理论已玷污了所有料想的“事实”，而所有理论都布满了伦理与政治教条……所以，当一个穿着实验室白大褂的家伙告诉你，这个或那个是客观事实……那么在他那浆好的白大褂袖子里，一定揣着一张政治日程表。

——《被进化所压迫》，《发现》杂志，1998年

在科学圈里，甚至也有一些聒噪的“第五纵队人士”持有这些观点，并用这些来浪费我们这些其他人的时间。

卡特米尔在其论文中指出：愚昧无知的原教旨主义宗教右派和精致的学院左派之间，结成了一个意外的“险恶同盟”。这一同盟的奇怪的表现形式之一，就是共同反对进化论。原教旨主义者反对进化论，是他们的分内之事。而学院左派则表现为一贯仇视科学、“尊重”（我们时代的狡猾用词）部落创世神话，以及各种政治议程。这一对古怪的伙伴都表示关心“人类的尊严”、反对把人当作“动物”来对待。1997年，芭芭拉·埃伦赖希（Barbara Ehrenreich）与珍妮特·麦金托什（Janet McIntosh）在《国家杂志》（*The Nation*）上发表论文《新创世主义》，对“世俗的创世论者”做出了相似的论述。

文化相对主义和“高级迷信”的提倡者，总是在谴责真相（真理）的追求者——部分原因是由于他们深信“真相（真理）在不同的文化中并不相同”（这正是肯纳威克人的故事所表明的要点），另一部分原因是——科学哲学家们，无法就什么是真相（真理）达成一致意见。当然，确实存在一些“真正的哲学困难”。真理只是一个尚未被证伪的假说吗？在奇怪的不确定的量子理论世界，真相（真理）究竟占据一个什么样的位置？有某一种终极真相（真理）存在吗？但从另一方面看，当一位哲学家被错误地指控犯了罪，或者怀疑他的妻子与人通奸，他都会毫无困难地使用“真相”这个词。“这是真的吗？”听起来是很公平的问题，而个人私生活中问这个问题的人，很少能满足于不合逻辑的诡辩性回答。具有量子思想的实验者不会知道薛定谔的猫死了在何种意义上说是“真的”，但如果我说我小时候养的小猫珍妮死了，每个人都知道这一声明是真的。还有许多我们坚称的科

学真相（真理），在我们日常生活的意义上是真的。如果我告诉你我们人类和黑猩猩来自同一个祖先，你会怀疑我这句话的真实性，并竭力寻找证据来证明它的错误（尽管是徒劳的）。但我们都知道，如果事实真就是如此，将意味着什么；而不是真的，又意味着什么。这和下面的判断“案发那天晚上你真的不在牛津吗？”一样，而不是像“量子真的有位置吗？”这样一类的困难问题。是的，在真相（真理）问题上，存在哲学方面的困难，但我们还要走很长一段路，才会忧虑它们。过早地树立所谓的“哲学问题”，有时无异于为危害行为施放烟幕弹。

“媚俗”是对科学情感的另一种非常不同的威胁。当年苏联在太空竞赛中旗开得胜，刺激了美国兴起“大众理解科学”运动；而至少在今日的英国，驱动这一运动的是（大众）警惕大学中申请科学专业的人数发生减退，但这一运动却正在走向庸俗化。“科学周”与“科学双周”反映了科学家们“急于获得人们爱戴”的焦虑。小丑的帽子和嬉戏的声音，都令人们认为科学就是逗乐、逗乐、逗乐；让人们认为科学就是怪诞“人物”表演火爆的、骇人的伎俩。我最近参加了一个媒体会，敦请科学家在大卖场举办活动，引诱顾客发生对科学的乐趣。发言人告诫我们，不要做任何会让观众视为“扫兴”的事——要设法使你的科学适合普通人的胃口，最好体现在改进厨房、卫浴设施方面。如果可能的话，准备一些实验材料，使观众在表演结束时能够亲口品尝。在最后一场由主持人亲自举办的活动中，真正引人关注的“科学现象”是一个高科技小便池——使用者离开后会自动冲水。有人告诉我们，“普通人”视“科学”为一种威胁，所以应该尽量避免使用“科学”一词。

我并不怀疑，如果我们的目的就是“吸引尽可能多的市民”参加我们的“活动”，那么这样的“媚俗科学”将会成功。但当我抗议这并不是真正的科学时，人们便指责我怀有“精英主义”；并且说，无论用什么方法，必要的第一步，是先把人吸引过来。好吧，即使我们必须用“精英主义”这个词（我是挺不乐意的），这大概也并不是一件太可怕的事。开怀纳物、劝侑君子自强不息、见贤思齐的“精英主义”，迥异于孤傲排他、媚上欺下的势利眼。算计好的“媚俗科学”的把戏是最糟糕的：故作姿态、屈尊俯就、自命不凡。我最近在美国的一次演讲中发表这些观点时，一名提问的男子竟然用一种侮辱性的傲慢语气说，有必要用“媚俗科学”带领“少数族裔和妇女”走进科学（他心中无疑闪动着那种白人男性心底的政治上的妄自尊大）。

我担心的是：把科学说成逗乐的、玩闹的、肤浅的活动进行推销，会给未来留下越来越多的麻烦，因为真正的科学研究是很艰难的工作（好吧，用更加正面的词汇来说，是具有挑战性）。但是，正如学习古典文学或演奏小提琴一样，科学研究值得去拼、去搏。如果仅凭许诺“容易的逗乐”来吸

引儿童热爱科学，或热爱任何其他有价值的工作——当他们最后必须面对现实的时候，会怎么做呢？正如征兵广告并不是许诺一顿野餐，而是选择那些跟得上队伍的青年。“逗乐”发出的是错误的信号，可能以让人误解的理由，把人们吸引到科学上来。

文化学术也面临着同样遭受破坏、斯文扫地的危险。空虚的学生们被引诱从事低劣的“文化研究”，指望花费时间，用于解析肥皂剧、封面女神和天线宝宝。科学，正像真正的文化学术研究一样，可以是艰难的、富有挑战性的，而科学也像真正的文化学术研究一样，是奇妙的。科学一路走来，可以是有回报的，但如同伟大的艺术一样，它并不是必须有回报不可。首先，我们不应该用怪诞人物和火爆逗乐来说服人们相信一生致力于探索“我们为什么有生命”具有重大价值。

我担心在这场进攻战中，我可能太具有反抗性了。但是，当钟摆荡到尽头的时候，就需要一个强劲的推力使其摆向另一方向，以拨乱反正，回复平衡。科学当然是有趣的，它是无聊的反义词。它能吸引一颗优秀的头脑，为之奋斗求索终生。当然，实践性演示，可以使理念生动有趣，刻入人的头脑。从迈克尔·法拉第在皇家学院的圣诞讲座，到理查德·格雷戈里（Richard Gregory）在布里斯托探索馆的实验，孩子们由于动手体验真正的科学而兴奋不已。我本人曾经有幸受邀，通过现代电视的形式，举办圣诞讲座；其间，我依靠了大量动手式演示。法拉第从不迎合粗浅。我所抨击的，只是那些民粹主义的、玷污科学之奇妙的胡搞瞎搞。

伦敦每年都要举办一场大型宴会，颁奖表彰当年的最佳科普图书。其中有一个奖项颁发给儿童科普图书，最近有一位描写昆虫和其他“可怕丑陋的臭虫”的作家获得奖励。他所使用的语言可能不是苦心孤诣的、能够引发诗意惊奇的语言。好吧，让我们不妨宽容一些，承认还有其他方法吸引孩子们的兴趣。但更不能原谅的是评审团主席的滑稽行为。她是一位著名的电视人物（最近卖身投靠了赚钱的“超自然”之流的电视节目）。她以玩游戏的轻浮音调鼓动大量观众（成人）加入她，在想到某些“可怕丑陋的臭虫”时，就和她一起扮演鬼脸怪相，怪叫连连。呃呜呜哇！吁咳！咿咿吁咳！呃呃呜呜啊哇！这种粗俗的逗乐，损害了科学的奇妙，更有甚者，还有取得适得其反之效果的危险，恰恰恶心到欣赏科学、启迪他人的观众——包括那些真正的诗人和真正的文学家。

当然，我所说的诗人，指的是各类艺术家。米开朗琪罗和巴赫，领受俸禄，以歌颂他们时代的神圣主题，其成果庄严雄伟，将永远叩问人们的感官。但我们永远不会知道，如果这些天才受命选择了其他人生事业，将有怎样的成果。当米开朗琪罗的头脑转向幽静的空间“像一只长脚青蛉停驻在溪流上”，如果他知道这只长脚青蛉的一个神经细胞是如何构成的话，他将画出怎样的画作？想一想威尔第，如果他曾沉思六千五百万年前恐龙

灭绝的命运，将创作怎样的一曲《愤怒之日》？——当时，一颗像小山一样大的陨石，以每小时1.6万千米的速度，呼啸着直冲向尤卡坦半岛，世界陷入一片黑暗。不妨再想一想贝多芬作出《进化交响曲》、海顿作出圣乐剧《宇宙膨胀》，或者弥尔顿的史诗《银河》，至于莎士比亚会作出……但我们的眼光先不要这么高。首先可以从一些小诗人开始。

我能想象，在某个原始沉默

而久远的想象世界，

在那只有喘息和嗡嗡嘈杂，极可怕的寂静中，

蜂鸟们沿着林间通道竞飞冲来。

在一切拥有灵魂之前，

当生命还是物质的喘动，似生非生，

这小东西就已在光辉中吱喳飞起

飕飕穿过缓慢、广阔、多汁的茎梗。

我相信那时还没有花，

在这世界，蜂鸟却闪现于万物之前。

我相信，它用长长的喙刺穿植物迟钝的叶脉。

它的个头也许不小，

像苔藓、小蜥蜴，据说都曾经很大，

也许它是一只带着尖刺的，可怕怪物。

如今我们倒过长长的时光望远镜看它，

这真是我们的幸运。

——《不押韵的诗》，1928年

劳伦斯关于蜂鸟的诗作，几乎完全不靠谱，所以是肤浅的、不科学的。尽

管如此，这首诗差强人意地表明了诗人可能怎样从地质时代中得到灵感。劳伦斯只需要请辅导老师讲授几节课，学习一些进化和分类学知识，就可以把他的诗作带入准确的范畴，而且绝不会损失诗作的惊异感和思想的触发性。再经过一次辅导之后，矿工之子劳伦斯，也许会将崭新的目光投向炽热的炭火。它们那灼热的能量，上一次见到天日的时候，自己就是石炭纪的阳光，温暖了当时的蕨类植物，后来它们被掩埋到地球黑暗的地下室，封存了三万万年！给劳伦斯带来很大障碍的，可能是他敌视科学和科学家的态度——他误以为科学和科学家，都具有反对诗歌的精神。正如他抱怨的那样：

> 知识扼杀了太阳，使它成为一个有污点的气团……由推理和科学组成的世界……干燥而贫瘠，里面居住着抽象的头脑。

我几乎不愿意承认，我最钟爱的诗人是那位困惑的爱尔兰神秘主义者——威廉·巴特勒·叶芝。叶芝在晚年，徒劳地想寻找一个新的创作主题，但没有成功，最后他绝望地回到自己年轻时代的主题。这种放弃，是多么令人悲伤！就像在野蛮的梦魇中受到攻击，被放逐于年轻时代的理想国。其实，在叶芝年轻的时候，距其城堡一小时车程的地方，爱尔兰已经建造了当时世界上最大的天文望远镜。这架183厘米的反射望远镜，在叶芝诞生之前，由第三代罗瑟伯爵威廉·帕森斯（William Parsons）建造于比尔城堡（现已被第七代伯爵修复）。老来失意沮丧的叶芝，如果能通过这个被称为“帕森斯城的怪物”的望远镜的目镜，一窥银河的真面目，那对他将有多么大的触动！毕竟，叶芝青年时代，就已写出以下令人难忘的诗行：

> 安静一些，安静一些，颤动的心；
>
> 且记住古时的智慧：
>
> 让巨风、大火和洪水
>
> 掩藏起那个人，他面对
>
> 刮过星群的狂风，
>
> 大火洪水而战栗，
>
> 因他不属于孤寂、雄伟的一群。

——《苇间风》，1899年

我在想，这些诗行最适合作为一位科学家的临终遗言，就像诗人留给自己的墓志铭最适合其诗人的身份：

冷眼一瞥，生与死。

骑者，且前行。

但是，叶芝像布莱克一样，不喜欢科学，甚至将科学荒谬地蔑称为“郊外的罂粟花”，呼吁我们“进逼牛顿的城镇”，这是何其悲哀。也正是这些，驱使我笔写我心，写下我自己的那些书。济慈也抱怨牛顿解析彩虹，破坏了其中蕴含的诗意。但其更通常的意思是：科学，是对诗意的煮鹤焚琴，科学干枯冰冷、惨淡阴郁、蛮横自大、不接地气，缺少浪漫青年所渴望的一切。本书的写作目的，就是宣扬与此相反的观点，在这里，我将仅限于谈论这样一种未经检验的假设——如果济慈能像叶芝一样，从科学中寻找灵感，他也许会写出更美妙的诗行。

有人指出，济慈所受的医学教育，应该足以让他不祥地检查自己的动脉血液，认识到他自己罹患肺结核的致命症状。科学，对他而言，并不是传播福音的天使，所以毫不奇怪，他在一个古典神话的洁净世界中找到了安慰，缓歌慢舞，迷花倚石，水仙森女……如同叶芝之于他们的凯尔特同类诸仙。请原谅我对这两位诗人疑窦顿生、不可断绝，我不知道希腊人是否认可济慈描写的他们的神话传说，也不知道凯尔特人是否认同叶芝写的诗。这些伟大诗行是否匹配它们的灵感源泉？对理性的偏见，是否压抑了诗歌飞翔的翅膀？

我的主张是：这种好奇的精神，曾将布莱克引向基督教神秘主义，将济慈引向希腊田园牧歌般的神话，将叶芝引向古凯尔特勇士与仙女，但这种好奇的精神同样感动了伟大的科学家们；如果这种精神以其科学的形式回馈诗人，将激发出更伟大的诗篇。要支持这一观点，我只需援引一些并不高深的科幻小说，如出自儒勒·凡尔纳（Jules Verne）、赫伯特·乔治·威尔斯（Herbert George Wells）、奥拉夫·史德普顿（Olaf Stapledon）、罗伯特·海因莱因（Robert Heinlein）、艾萨克·阿西莫夫（Isaac Asimov）、亚瑟·克拉克（Arthur C.Clarke）、雷·布拉德伯里（Ray Bradbury）这些人的作品，以及其他作家用散文诗体裁书写的科学主题的浪漫作品，它们有时可以清楚地联系起古代的奥妙与神秘。我认为，优秀的科幻小说本身就是一种重要的文学形式，但往往被一些势利的文学学者所贬低。不止一位著名科学家，是受早年阅读科学幻想小说的影响，而被引介到我所称为

的“好奇的精神”。

在科幻小说的低端市场，同样的好奇精神却被滥用在许多险恶的目的上，虽然仍可觉察到，其中有桥梁，通向神秘与浪漫的诗意。至少有一个大教派（科学论派）是由一位科幻小说作家罗恩·哈伯德（Ron Hubbard）创立的。《牛津引语大词典》的条目中收录了哈伯德这样一句话：“如果你真的想挣他100万，最快的办法就是创建你自己的宗教。”现在已经死去的邪教“天堂之门”的信徒们也许从不知道，这句话在莎士比亚和济慈的作品中都出现过两次，但信徒们却通晓和沉迷于电影《星际迷航》。他们网站上的言语，荒谬而错误地模仿了科学，镶着歪诗邪曲的花边。

人们为《X档案》（*The X-Files*）辩护，说推崇它没有什么害处，因为它毕竟只是一个科幻片。从表面上看，这种辩解不无道理。但是，如果经常性播放虚构的肥皂剧、警匪片，一周一周地、系统地宣扬对世界的片面观点，就理应受到批判。《X档案》是一个电视系列片，两名联邦调查局的侦探，每一周都面对一件神秘的案子。侦探斯库利（Scully）喜欢理性的、科学的解释，而另一位侦探马尔德（Mulder）则要么寻求超自然的原因，要么至少宣扬不可知论。这个电视系列片的问题在于：它定期地、不懈地宣扬超自然解释，或者说在光谱之一极端的马尔德的结论，往往成为全剧的答案。有人告诉我，在最近几集中，甚至爱质疑的侦探斯库利对她自己的信心也动摇起来，这实在不足为奇。

这不就是无害的幻想而已吗？当然不是。这样的辩解实在空洞无力。试想，如果电视系列剧每周都播放“两侦探破案”，每周都有两名嫌疑犯，一名是黑人，一名是白人，两位侦探总有一个偏向黑人疑犯，而另一位则怀疑白人疑犯。一周复一周，结果总是发现作案的是黑人。这样拍电视，又何错之有呢？归根结底，不就是虚构的故事而已吗？这样打比方虽然令人震惊，但是完全公允。我不是在说超自然主义宣传比种族主义宣传更危险或更令人不快，但《X档案》系列片系统地给观众灌输一种反理性的世界观，其坚持不懈的努力，的确十分阴险。

科幻小说的另一种假冒品，走向了托尔金式的虚构神话：物理学家与巫师密切来往，外星人护送骑着独角兽的王子，有上千空港的太空站好像中世纪的古堡在迷雾中隐现，犹如乌鸦或翼龙围绕着哥特式塔楼飞翔。魔法取代了真实的或苦心孤诣的科学，因为魔法最简单。

优秀的科幻作品，不和童话或魔法打交道，而是把前提设定为：世界是一个有序的地方。这其中有神秘，但是宇宙的变化，不是轻浮的、肆意的。如果你把一块砖放在桌上，它就会待在桌上，除非有什么东西移动了它，即使你已经忘记了它在那里。不会有捣蛋鬼和精灵，因为恶作剧或者任性无常的原因，而干预这件事，拿着砖头使劲挥霍。科幻作品可以摆弄自然

规律，最好是深思熟虑地一次摆弄一种自然规律，但要保持好的科幻作品的本分，它不能废除规律性本身。虚构的电脑可能变得有意识地充满恶意，甚至在道格拉斯·亚当斯高深的科学喜剧中，变成一个偏执狂；宇宙飞船可以使用一些假设的未来的技术，行驶到遥远的星系，但仍然要保持基本的科学规范。科学允许神秘但不允许魔法，允许超乎想象的奇思妙想，但不允许咒语或巫术，不允许廉价的和容易的奇迹。坏的科幻作品，失去了其对于合理规律性的掌控，代之以“随心所欲，要啥有啥”的肆意行之的魔法。而最糟糕的科幻作品，和超自然携起手来，好奇感本该激励真正的科学，但也有可能产生某些懒于思考的“私生子”，与最糟糕的科幻文学勾搭起来。这种伪科学大行其道，至少似乎表明，好奇心是普遍的、发自内心的，即使它可能被大肆误用。这是在千禧年之前“媒体执迷于超自然”这种现象时，对我唯一的安慰；这其中非常成功的《X档案》以及流行的电视节目秀中，常规的魔术戏法被错误地解读为违反自然规律。

但是，还是让我们回到奥登的悦耳的赞美，以及“反其道而言之”这件事。那么，为什么有些科学家认为自己是闯入了文学公爵行列的寒酸的助理牧师呢？为什么在我们的社会中，很多人认为他们是这样？

敝校理科专业的学生偶尔很惆怅地（因为在他们的行列，同侪的压力很强大）对我说，他们的专业被认为不够“酷”。一位机灵的年轻记者让我更清楚了这一点。我和她在最近一次英国广播公司电视讨论系列片中见过面，她看起来很好奇要面见一位科学家。她吐露心声说，在牛津大学时，她从来没有认识过一位科学家，她圈子里的人认为科学家难以接近，是一群“灰色人士”，特别可怜他们直到午饭时刻才起床。虽然有这么多荒谬看法，但事实上，科学家们早上9点就要去讲课，然后在实验室工作一个上午。

伟大的人道主义者和博爱的政治家尼赫鲁（Jawaharlal Nehru）注，是一个经不起折腾的国家的称职的首任总理，而他对科学，更有一种比较现实的观点：

> 只有科学才能解决饥饿与贫困、不卫生与文盲、迷信与麻木的传统习惯等问题；只有科学才能解决大量资源浪费，或者一个富裕国家却住满了饥饿的人的问题。今天还有谁能不顾一切地蔑视科学？……我们在每一处转折点，都需要科学的帮助……未来属于科学，属于同科学交朋友的人。（1962年）

无论如何，科学家在表达“我们知道些什么”、“科学是多么有用”时所表现出来的自信，仍然常常被理解为傲慢。杰出的胚胎生物学家路易斯·沃尔珀

特（Lewis Wolpert）曾经承认，科学家有时是傲慢的，接着他又缓颊说："当然，科学有一些可以骄傲的资本。"彼得·梅达沃（Peter Medawar）、卡尔·萨根和彼得·阿特金斯，都曾说过类似的话。不管是否傲慢，我们至少在口头承认：科学是在推翻自己的假说中前进的。动物行为学的创始人康拉德·洛伦茨（Konrad Lorenz）比较典型地夸口说，他每天在吃早饭之前，都至少要反驳一项以前做过的小假说。但有一点是真的——科学家比律师、医生和政治家更受人们的尊重，享有更高的威望，是因为他们公开承认自己的错误。我在牛津大学上本科的时候，经历了一件事，令我终生难忘。当时，有一位来自美国的访问学者，结论性地宣称，我们动物学系一位深受爱戴的老学者的一个最宠爱的理论（一个一直伴随着我们的学术成长的理论）是错误的。在演讲结束之时，受了批评的老学者站起来，大步走近讲台，热情地同那位美国同行握手，并且很动感情地说："我亲爱的同行，我真的感谢您，我错了15年。"我们热烈鼓掌，拍红了双手。难道还会有其他行业的人，会这样大方地承认自己的错误吗？

科学通过纠正自己的错误而前进，并且绝不隐瞒任何没有搞清楚的事情。但人们的认知却往往正与此相反。勃纳德·莱文（Bernard Levin）担任《泰晤士报》（*The Times*）专栏记者的时候，曾不时地发表一些反对科学的长篇大论。1996年10月11日，他写了《上帝、我和道金斯博士》一文，副标题是"科学家和我都不懂，但至少我知道我不懂"，上面还画了一幅漫画——我被画成了米开朗琪罗名画中的亚当，对抗着上帝伸出的手指。正如许多科学家所大力主张的观点：科学的真髓，就是弄懂我们所不懂的东西。也正是这一点，驱动着我们去做科学研究。在更早的1994年7月29日的栏目中，莱文曾经鄙视夸克理论，写道："夸克来了！夸克来了！快逃命啊……"接着，他进一步调侃了"高贵的科学"带给我们的移动电话、折叠伞、带条纹的牙膏等之后，又用故作严肃的口吻说：

你能吃夸克吗？天气冷的时候，你能把夸克铺在床上吗？

虽然这些无知的问题根本不值一哂，但几天之后剑桥大学的冶金学专家艾伦·科特雷尔（Alan Cottrell）爵士却致信报纸编辑，回答了他两句话：

> 先生：
>
> 勃纳德·莱文问"你能吃夸克吗？"
>
> 我估计他每天要吃500000000000000000000000001个夸克……
>
> 您忠实的……

承认自己的无知是一种美德，但是，像这样明目张胆地吹嘘“无知的艺术”，那可就真的不能见容于任何编辑了。在某些地方，市侩式地讥讽科学，还被认为是诙谐和聪明。否则，还能如何解释下面的小玩笑？最近伦敦《每日电讯》（*Daily Telegraph*）的一位编辑闹了这么一档子事：该报纸报道了一个令人无语的事实——约有1/3的英国人，仍然认为太阳是绕着地球转的。在这里，这位编辑插入了一个方框评注：[啊？不是吗？——编辑]。试想，如果有一项调查表明1/3的英国人认为《伊利亚特》（*The Iliad*）是莎士比亚写的，岂会有一位编辑幽默地假装“不知道荷马”？然而，社会上却可以接受人们夸耀不懂科学、接受有人骄傲地宣称，自己数学不好。我已经不止一次地明确表示过我的态度，简直可以说是老生常谈了；所以，让我引用在英国德高望重的艺术评论家之一梅尔文·布莱格（Melvyn Bragg）关于科学家的著作中的一段话：

> 还有那么一些人，假装说自己对科学一无所知，似乎这样就能抬高他们的身价。这实际上让他们显得非常愚蠢，将他们绑在令人讨厌的英国旧式文人绅士的尾巴上——他们认为所有的知识（特别是科学）都是“买卖”“行当”而已。

——《站在巨人的肩膀上》，1998年

我在前文引用过的，传奇性的诺贝尔奖得主彼得·梅达沃爵士也说过相似的有关“买卖”“行当”的话。他非常形象地嘲讽了英国人厌恶经世济用的心态：

> 据说中国古代的达官显贵喜欢把所有手指（或起码一根手指）的指甲留得很长很长，这表示他们不适合干任何体力活，以此凸显他们是优雅高贵的种族，四体不勤。英国人最心驰神往的，莫过于这样的姿态，我们在势利方面，超过了任何其他的民族。而我们对应用性科学和行业的挑剔与厌恶，在把英国带到今天这种境地的过程中，发挥过很大的作用。

——《科学的界限》，1984年

憎恶科学会使人相当易怒、爱发小脾气。小说家和女权主义者费伊·韦尔登（Fay Weldon）仇视科学家的诗歌，也是发表于《每日电讯》（1991年12月2日）。我并不是暗示这一巧合有什么意思，因为该报有一位很有能量的科学编辑，科学报道做得很不错。韦尔登女士说：

> 不要指望我们会喜欢你，你给我们许诺了太多，但从未兑现过，你甚至从未想过回答我们在6岁时都提出过的问题：毛德阿姨死后，去了哪里？她出生之前，又在哪里？

注意，这些谴责与勃纳德·莱文的观点（科学家们不懂，却不自知）恰恰相反。如果我用最简单、最直接的最佳猜测来回答毛德阿姨这类问题，别人肯定会骂我傲慢、专横、不懂装懂，逾越了科学的界限。韦尔登女士接着说：

> 你们认为这些问题过于简单，又令人尴尬，但我们感兴趣的正是这些。谁在乎宇宙大爆炸之后半秒钟？爆炸半秒钟之前又能怎么样？麦田怪圈又是怎么回事？……科学家们恰恰不能面对宇宙变幻这一概念，而我们可以面对。

但是，韦尔登从来就没有明确指出——这个包罗万象的反科学的“我们”指的是谁？现在她也许已后悔曾说过那些刻薄话。但是，值得忧虑的是——这些赤裸裸的敌意究竟从何而来？

另举一个反科学的案例，虽然这个案例的用意可能是为了搞笑。1996年9月8日伦敦《星期日泰晤士报》幽默的大嘴巴——专栏作家吉尔（A.A.Gill）写了一篇文章，指责科学是受实验限制的、乏味的、缓慢地踩着经验主义石头过河的、画地为牢的有限事物。他把科学同艺术、戏剧、灯光魔术、仙境烟雾、音乐与掌声相提并论。

> 亲爱的，天上星，数不清，有些是在纸上来来回回的无聊曲线，有些则富有寓言般的智慧，令人深思，不可思议地受人欢迎……

他所说的“在纸上来来回回的无聊曲线”指的是1967年贝尔（Bell）与休伊什（Anthony Hewish）在剑桥发现的脉冲星。吉尔是在评论一期电视节目：天文学家约瑟琳·贝尔·伯奈尔（Jocelyn Bell Burnell）回忆那激动人心的时刻。当她第一次从安东尼·休伊什的射电望远镜中观看那些计算机处理的结果时，她实际上看到了在此之前闻所未闻的宇宙现象。这位少女正站在事业的门槛上。那些“在纸上来来回回的无聊曲线”，正用革命的语调对她宣布：这些并不是“太阳之下的新东西”，而是另一种全新的太阳——脉冲星！它们旋转得如此之快——我们的地球自转一圈需要24小时，而脉冲星自转一圈只需要几分之一秒。然而，给我们带来新鲜事的能量束，像一座灯塔一样，以令人吃惊的速度转动，并且以比石英钟还要精确的频率计

算着每一秒！它需要数百万年的时间才能抵达我们！天哪，这真是太无聊了，多么疯狂的经验观察！小心脏受不了，还不如让我去体会童话舞剧里的仙境烟雾。

我不认为这种烦躁的、浅薄的反感，源自人们斩杀信使、抵制新知的一般倾向，或者来自责备科学被政治滥用，以制造氢弹等等。不，我所引用的这些对科学的敌意，似乎更是来自个人痛苦的，几乎是遭受威胁、四面楚歌和恐惧遭受屈辱，因为科学看起来太难以驾驭了。说来也奇怪，我不敢像牛津大学英语文学教授约翰·凯里（John Carey）那样，走得那么远，说得那么透。他在那本绝妙的《难以置信的科学书》（*Faber Book of Science*，1995年）的前言中写道：

> 大学教师们，犹如逐水草而居的游牧部落，每年在英国大学的文艺课程表上争夺领地，但申请学习科学的学生宛如细流，证明年轻人正在放弃科学。虽然学界大多很谨慎地不照直说出来，但一般舆论似乎认为，文艺类课程更受欢迎，是因为比较容易，大多数文科生就是不适应科学课程的智力要求。

一些很需要数学的科学也许比较难，但血液循环和心脏泵动血液流通时的作用，应该没有人搞不懂吧？凯里讲述，他曾访问过某名校英文专业一个毕业班的30名本科生，引用了多恩（Donne）的诗句问他们：“君知否？血液如何在心脏里流动，如何从一个心室流向另一个心室？”结果，没有一名学生能回答出来。只有一名学生犹豫不决地猜想也许是由于“渗透”作用。这不仅仅是错的，更加惊人的是——相对于事实来说，这样的回答是多么无趣，因为从心脏出发，将心脏所泵之血液从一个心室输送到另一个心室，所用毛细血管之总长度，超过80千米！这么长的管道，铺设在一个人的身体里面，你可能想象它们的布局是多么复杂、精巧？我认为任何真正的学者，肯定不会对这样动人的思想无动于衷。而且这种思想并不像量子理论或相对论那么艰深难懂，虽然可能不容易拿到学分。所以我采取一种比凯里教授更宽容的态度，我思忖这些青年大概只是被科学家们弄丧气了，未受到科学家充分的鼓励。在学校里过于强调实际的实验方法，也许对一些学生来讲是恰到好处，但对另外一些同样聪明、但聪明的方式不一样的学生来讲，就是多余的，甚或反而会产生负面效应。

最近，我做了一档电视节目讲述“我们文化中的科学”（实际上，就是曾被吉尔评论过的那一档电视节目）。我收到了很多信件，其中有一封，开头就很不客气：“我是教单簧管的老师，我对学校里科学课程的唯一记忆，就是花了好长时间去学习如何点燃本生灯。”这封信让我思忖：一个不会吹奏单簧管的人，同样可以欣赏莫扎特的协奏曲。事实上，你并不需要学

会演奏任何一种乐器，也完全可以成为一位优秀的音乐鉴赏家。当然，如果大家都不去学习乐器，就会让音乐本身的发展停滞。可是，如果每个人在成长过程中都认为音乐就等于演奏音乐的话，那么许多人的生活岂不是将顿失趣味？

难道我们不能学会用同样的方式来思考科学吗？让我们当中最优秀、最杰出的一部分人从事科学研究，这当然是非常重要的；但是，谁规定我们不能把科学也当作可以阅读、赏析的学科，来进行讲授？——这不正像教人去欣赏音乐，但又不强迫他们苦练掌握某种乐器所需的“五指练习”一样吗？济慈逃离了解剖室，达尔文也步其后尘，但谁又会去指责他们？或许，如果济慈受的教导不是那么讲究实用的话，他反而会更加赞同科学和牛顿。

于是，在这里，我寻求与英国最著名的科学评论媒体人、原《泰晤士报》编辑西蒙·詹金斯（Simon Jenkins）和解、修好。在我引用的作家之中，詹金斯先生是一位比较可怕的对手，因为他知道自己在说什么。他欣然承认——科学书籍具有启发性，但同时又抱怨“在现行义务教育大纲中，科学的地位太过显耀”。1996年，我和他有过一次录音谈话，他说：

> 我读过的科学书中，我只能想起很少的是有用的。科学书是奇妙的。它们事实上前所未有地让我认识到：我生活的世界是一个更加完美、更加奇妙、更加令人心生敬畏的所在。对于我来说，这就是科学的神奇。这就是为什么科学幻想能迷住一大批人。这就是为什么科学幻想结合生命科学，是如此令人着迷。我认为，科学讲的故事很奇妙。但是科学没什么用。它的有用性比不上商务或法律课程，甚至还比不上政治学或经济学。

詹金斯的“科学无用论”是如此怪诞，我就略过不表了。一般来说，即使最严厉的批评家，也承认科学是有用的；也许是太过于有用了，因此忽略了詹金斯更重要的观点——科学可以是奇妙的。严厉的批评家们认为，正是科学的实用性，削弱了我们的人性，或破坏了令人诗兴大发的神秘。而另一位多虑的英国记者布赖恩·阿普尔亚德（Bryan Appleyard）在1992年写道：科学正在造成“可怕的精神损害”。科学在“诱导我们放弃自我，放弃真正的本我”。这把我的思路带回了济慈和他的彩虹，让我们且听下回分解！

---

1. 除非特别注明，本书中来自《物种起源》的译文均引自2012年6月清华大学出版社出版的《物种起源》，为本人所译。——译者注

2. 1998年8月修改本书的书稿时，我悲伤地想到，如果尼赫鲁尚在人间，他会对进行核试验的决定做何感想。这是单方面的、无视世界舆论的行为，是对科学、对莫罕达斯·甘地（Mahandas Gandihi）和对他本人纪念的令人吃惊的亵渎。

第三章 恒星上的条形码

正在融化的彩虹的青春色彩

这样赏心悦目地照耀着我

科学之手第一次指出了那条道路

在哪里，来自西边的太阳光芒

洒落在欲雨的云彩上，墨样的衣裳

笼罩着东方，还有雨水的滴滴淌淌

阳光穿过每一颗水晶一般的透镜

簇簇生辉的露珠，都在它相反的方向

每一颗玻璃珠儿，内部的表面

把它们的前程射入空气

从此它们瞄准自己的目标，照耀

征程从这里开始；它们以不同的光线，

照进凝视者的明亮的眼中

呈现出一种不同的光彩，犹如穿过刺绣

从绚丽动人的玫瑰，到令人忧郁的淡紫

——《想象的愉快》，马克·阿肯赛德（Mark Akcnsidc），1744年

1817年12月，英国画家、批评家本杰明·海顿（Benjamin Haydon）在其伦敦的工作室中，将约翰·济慈介绍给英国文坛名流——威廉·华兹华斯、查尔斯·兰姆等人。海顿拿出自己的新画作——《耶稣基督进入耶路撒冷》，耶稣身边有信徒牛顿和怀疑论者伏尔泰。醉意阑珊的兰姆，责备海顿不该画牛顿，说牛顿这种人“什么都不相信，只相信明明白白如三角形之三边的东西”。济慈同意兰姆的看法，说牛顿把彩虹简化成了三棱镜下

的颜色，破坏了彩虹的所有诗意。海顿回答说："抵制牛顿是不可能的，让我们举杯祝愿牛顿的健康，让数学见鬼去吧。"多年之后，海顿写信给同样仍然幸存人间的华兹华斯，回忆那一次不朽的盛宴：

> 君犹记济慈提议举杯"让对牛顿的记忆见鬼去"之事乎？君饮酒之前，要济慈解释，他说"因为他用三棱镜毁掉了彩虹的诗意"。嗟乎吾友，胜地不常，盛宴不再！

——海顿，《自传与回忆》

海顿的盛宴之后的第三年，济慈在其长诗《拉米亚》（*Lamia*，1820年）中写道：

> 在接触冰冷哲学的一瞬间，
>
> 世上所有的魅力，难道不会烟消云散？
>
> 天空中曾经有一道令人敬畏彩虹，
>
> 我们知道了它的质地、它的纹理，它就被归入单调无聊的平常俗物。
>
> 哲学夹住了天使的翅膀，用规则和线条约束了所有的奥秘，
>
> 排空了灵异的空气和地精的宝藏，令美丽的彩虹分崩离析……

华兹华斯对科学（和牛顿）的评价要好一些——说牛顿"独自航行在陌生的思想海洋"。他在《抒情歌谣集》（*Lyrical Ballads*，1802年）的前言中预言了这样一个时代——"化学家、植物学家、矿物学家最细微的发现，也将成为诗歌艺术最合适的题材，就如同诗人从其他领域汲取灵感一样"。但是，他的合作者柯尔律治却在另一场合说："500个艾萨克·牛顿的灵魂，才可以制成一位莎士比亚或一位弥尔顿。"这可以看作一位浪漫主义领袖赤裸裸地敌视科学家。而柯尔律治的情况则更为复杂，他读过许多科学书籍，并把自己想象成一位讲科学的思想家。而且，至少在光学和色谱学领域，他宣称自己预示了哥德（Goethe）的成就。后人发现柯尔律治的有些科学推断是剽窃的，而且他自己在选择剽窃对象时的判断力很糟糕。柯尔律治并不是诅咒所有的科学家，而是专门诅咒牛顿。他极其推崇戴维·汉弗莱爵士，并聆听爵士在皇家学院的演讲"以更新我的比喻储备"。他认为戴维·汉弗莱的发现比牛顿的发现"更富有智慧、更为崇高，并能给

予人性以力量”。他用“崇高”、“给予力量”这些词汇，也许表露出，他的内心本可以对科学有公正的评价，即使他不能公正地评价牛顿。但是，他并没有践行自己的理念，去用“明确、清晰和可以交流的概念”展开并呈现他的想法。他对于光谱和分解彩虹之题材本身，几乎困惑得发狂。他在1817年的一封信中说：

> 我认为，牛顿的观点可表述为：首先是有一束光，好比是某物理性综合起来的一种实体；其次，在这样一个复杂的但仍然可分的光束中，共生了7个具体个体（何以系之？）；然后，棱镜只是一个光束的机械分解器；而最终，通常情况下，光就＝混乱。

在1817年的另一封信中，柯尔律治更加热心于这一主题：

> 因此，又一次地，颜色是光能之下的引力，黄色是正极，蓝色是负极，红色是顶点或赤道。而从另一个角度看，声也是引力主宰之下的光。

柯尔律治或许只是因为出生得太早，才未能成为一位后现代主义者。比如说作出这样的文：

> 迷散在万有引力之虹中的图像与背景的区别，与圣殿里面的一样明显，虽然这显然是在一种更加自持的意义上说的。所以德里达用术语“次症候主义者文化理论”来说明读者作为诗人的作用。因此，这个主题可以被理解成主张“作为一种悖论的语言”的后文化资本主义理论。

这些话摘录自http://www.cs.monash.edu.au/links/postmodem.html这个网站，我们还可以在这里读到大量类似的胡言乱语。艾伦·索卡尔（Alan Sokal）和琼·布里克蒙（Jean Bricmont）在《知识的骗局》（*Intellectual Impostures*，1998年）一书中，精彩地揭露了这些时髦的法语学者之间流行的、毫无意义的文字游戏。它们除了让轻信者“虽然听不明白，但是感觉很厉害”之外，没有任何意义。他们甚至都不想被读者看懂。我的一位同事曾经向一位美国后现代主义信徒坦言，她发现他的书很难懂。该书作者笑着答复：“噢，非常感谢您。”显然，这一评价令这位作者扬扬得意。相比之下，柯尔律治对科学的乱谈还多少表现出对了解周围世界的真实的渴望（尽管缺乏足够的条理性）。我们必须把他作为一个古怪的特例，放

到一边不予讨论；然后继续我们的话题。

在济慈的长诗《拉米亚》中，哲学的规律和线条为什么是“冰冷”的？为什么哲学一出，所有魅力都会四散而逃？理性为什么大具威胁？探明奥秘并不会失去其诗意，恰恰相反，探明答案更令人着迷，也更加美丽。每当你揭开一个奥秘之后，你会发现其他奥秘，这也许会激起更丰富的诗歌灵感。伟大的理论物理学家理查德·费曼（Richard Feynman）曾面对一位朋友对他的指责：科学家在研究一朵花时，就错失了花儿的美丽。费曼的回答如下：

> 对你而言存在的美丽事物，对我也一样美丽。但我更能看到其他人不易看到的深层美丽。我可以看到花朵中复杂的相互作用。花的颜色是红色。花有颜色这一事实，意味着它们这样进化，以便吸引昆虫吗？这又提出了一个进一步的问题：昆虫能看到颜色吗？昆虫也有审美能力吗？等等。我不明白究竟为什么研究花朵会损毁它的美。这只会增加它的美。

——引自《回忆理查德·费曼》，见

《怀疑的探求者》，1988年

牛顿将彩虹分解成不同波长的光，引出了麦克斯韦的电磁学理论，以及爱因斯坦的狭义相对论。如果你认为彩虹有诗性的神秘，你就更应该试一试相对论的滋味。爱因斯坦本人公开地对科学进行审美判断，甚至可能言过其实了。他说：“我们能体验到的最美的东西，就是神秘。这是一切真正的艺术和科学的源泉。”其科学著作被认为具有诗性成分的亚瑟·爱丁顿（Arthur Eddington）爵士，利用了1919年的日食来验证广义相对论，从普林西比岛返回之后，他借用巴纳希·霍夫曼（Banesh Hoffmann）的话宣称：这个时代最伟大的科学家在德国。我读到这些话时，嗓子哽咽，无语凝噎，但爱因斯坦本人胜得潇洒从容。即使亚瑟·爱丁顿的观测结果不符合相对论，爱因斯坦也肯定会说：“可惜了亲爱的爵士。但相对论是正确的。”

牛顿在一间暗室中为自己制作出一道彩虹。他的方法如下：在封闭的遮窗上开了一个小洞，允许光通过，在光路上放置了他那著名的三棱镜，从而使光折射一个角度。光通过棱镜后，穿过棱镜的另一个界面进入空气，最后落到房间的一面墙壁上，清晰地显示出了彩色光谱。实际上，牛顿并不是用棱镜制造人工彩虹的第一人，但牛顿首先用彩虹证明了——白光是各种颜色的光混合而成的。棱镜以不同的折射角度分开各种颜色，蓝光的角

度比红光的角度要大一些，绿光、黄光和橙光的折射角则处在中间。可以理解，其他人认为棱镜改变了光的性质，主动为光染上了颜色，而不是将它们从一种既存的混合中分解出来。牛顿做了两个实验，令此事结案定谳——光通过了第二个三棱镜。他在其“判决性实验”中，于第一块棱镜后面安置了一道光栅，只允许光谱中一小部分（比如说红色部分）的光通过。红光经过第二块棱镜折射，出来的仍然是红光。由此证明，棱镜并未改变光的性质，只是把通常混在一起的光，分解成了各个组分。牛顿在另一个验证性实验中，把第二块棱镜颠倒过来放置，结果被第一块棱镜分解开的光，又被第二块棱镜聚合起来，重新形成了白光。

通过光的波动理论，我们可以很容易地理解光谱。波动理论认为，实际上没有什么东西从源头传播到了终点。这种运动实际上是局部的和小规模的，局部的运动引发下一个地方的局部运动，以此类推，沿直线向前移动，就好像我们在足球场上所看到的“墨西哥人浪”。早期的光的波动理论又被量子理论所取代，量子理论认为：光的发出，就好像一系列离散的光子流。我采访的物理学家都承认，太阳发射的光子流的运动方式，就好像球迷并未从看台的这一头跑到另一头，却造成了“墨西哥人浪”。20世纪的一些巧妙实验已经证明，即便是在量子理论中，光子的行为仍然像波一样。出于许多方面的目的考虑，包括在阅读本章时，我们可以暂时忘掉量子理论，简单地把光视为从一个光源向外发散的光波，就好像一块卵石落入池塘所激起的涟漪。但光波的运动速度之快，无与伦比，而且是在三维空间里传播。要解析彩虹，就要分离开不同波长的光。白光是各种波长的光的混合物，一种视觉方面的嘈杂。白色物体反射各种波长的光，但是与镜子不同，它们只将光混乱地漫反射回来。这就是为什么你能在一面白墙上看到光，却看不到自己的脸。黑色物体吸收各种波长的光。各种有颜色的物体，则由于各自色素或表层原子结构的不同，而吸收某些波长的光、反射其他波长的光。普通玻璃允许所有波长的光径直通过自己，但有色玻璃则只允许某些波长的光通过，而吸收了其他波长的光。

一只玻璃三棱镜（或在适当条件下的一颗雨滴）是如何将光弯曲折射，将白光分成了区别开的不同色光？玻璃和水滴究竟为什么能使光束弯折？这种折射，源于光从空气进入玻璃或水中时，传播的速度减缓了；穿过玻璃后，速度又快了起来。已知爱因斯坦的名言“光速是宇宙中伟大的物理恒量，没有东西能比光跑得更快”，光速此时怎么却变来变去呢？回答是：光所谓的最高速度（用符号c来表示）只有在真空中才能达到。当光通过一个透明物体（如玻璃或水）时，就会受到该物质的“折射率”的阻滞而减速。光也被空气所减速，只是比较轻微。

可是，为什么减速会改变光的角度呢？如果一束光垂直照射向一块玻璃，它会减速但继续沿同一角度前进。可是，如果这束光以一斜角进入玻璃表

面，会随着它的减速而产生一个略小于它的倾角。为什么？物理学家提出了一个“最小行动定律”，虽然这个解释作为“最终解释”不尽如人意，但至少可以让我们“感同身受”。这在彼得·阿特金斯的《重访创世纪》（*Creation Revisited*，1992年）中解释得很清楚。某些物理实体（这里是一束光）其行动似乎要尽可能地经济、尽可能地节省。请设想一下，如果你是海滨浴场的一名救生员，要飞快地去救一名溺水儿童，这时每一秒都至关重要，你必须用尽可能短的时间去接近那个孩子。你在陆上跑，快过水中游。所以，你的路线应该是：首先是在海滩上快速奔跑到合适地点，然后以游泳的（较慢）速度接近孩子。如果溺水的孩子不在你的正前方，那你要怎么做，才能在最短的时间内进行救援呢？你可以完全沿直线，跑步＋游泳，冲向那个孩子，这样最小化了路程，但并不是最省时间，因为留给水中的距离太长了。或者你可以直接奔向孩子正对的岸边，然后直接游向孩子。这样水中的距离是缩短了，但奔跑的距离增加了，总距离因而也增加了，因此这也不是最快的方法。很容易看出，最快的救人路线是以某一临界角度跑到岸边（临界角取决于你的奔跑速度与游泳速度之比），然后迅速改变角度，径直游完剩下的距离。用类比来说，游泳速度与奔跑速度分别相当于水的折射率和空气的折射率。光束当然并不是在有意识地“尽可能缩短行进时间”，但你可以设想它们是在无意识地做这样的事，这样关于它们行为的一切就合理了。这个类比可以用量子理论解释得更加完善，但这已经超出了本章的范围，我推荐大家去读阿特金斯的书。

光谱来自不同颜色的光通过不同介质时，减速的程度不同：在某种介质（如玻璃或水）中，蓝光的折射率大于红光的折射率。你可以认为光是被纠缠于玻璃或水的“原子丛林”中的游泳者，蓝光因为波长短，受的影响就更大，因此比红光游得慢。在空气中，原子稀疏，所有颜色的光受的纠缠都比较轻微，但蓝光的速度仍然略慢于红光。而在真空中，由于没有“原子丛林”的纠缠，所有色光的速度都一样，即宇宙中的最大速度——c。

雨滴们具有的效应，复杂程度大大超过牛顿的棱镜。雨滴大致上是一个球体，其内表面相当于一只凹面镜。所以雨滴折射阳光之后，又反射阳光，这就是为什么我们总是在太阳对面的天空中看到彩虹，而不是在透过雨幕看太阳时看到彩虹。设想你背对太阳站着，观看一场雨（最好有一个较暗的背景）。如果太阳与地平线的夹角超过42度，我们就不能观察到彩虹。太阳的位置越低，彩虹的位置就越高。当太阳在早晨升起时，如果有可见的彩虹，彩虹将逐渐落下。太阳在傍晚落山时，彩虹则会升起。所以，让我们假设在某个早晨或黄昏，天上有一个具体的球状雨滴；太阳在你身后略高于你，阳光射入雨滴，光在空气和水的界面上发生折射，构成阳光的不同波长的光，以不同的角度偏转，类似于在牛顿三棱镜中发生的情况。各种颜色的光分散开后，又穿过水滴内部投射到雨滴的凹面上，然后从这

里向各个方向反射回来，直到脱离雨滴进入你的眼睛。光线们离开水滴返回空气中时，发生了第二次折射，不同颜色的光又一次按不同的角度发生了偏转。

于是，离开这个或其他雨滴的光，就变成了一幅完整的光谱——红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫。但从任何一颗雨滴中进入你眼睛的光，都仅是光谱上很小的一部分。如果你的眼睛看到来自一个特定雨滴的绿光，那颗雨滴中的蓝光就会落在你的眼睛上部，而红光会在你眼睛的下部。那么，为什么你会看到一个完整的彩虹呢？因为雨幕中有数不清的不同雨滴，一条由成千上万颗雨滴组成的雨带传递给你绿光（同时传递给位于你上方的人以蓝光，给位于你下方的人以红光），而另一个由成千上万颗雨滴组成的雨带传递给你红光（同时传递给另一些人以蓝光），还有一个由成千上万颗雨滴组成的条带传递给你蓝光，以此类推。给你传递红光的雨滴都和你有一个固定的距离，所以红光带是弯曲的（你在圆弧的中央）。绿光的雨滴也和你有一个固定的距离，但短一些。因此，绿光所在的圆弧半径较小，而且绿弧在红弧之内，蓝弧又在绿弧之内。一系列圆弧构成了整个彩虹，而你处于圆心位置。其他观察者也会看到以他们自己为圆心的不同的彩虹。

所以，彩虹可绝对不是“扎根固定”在某一特定“位置”（如仙女们放金壶的地方）；实际情况是：有多少双眼睛注视着雨幕，就会有多少道彩虹。不同观测者从不同的角度观看同一场雨，因为光来自不同的雨滴群，所以观测者就会拼凑出他们各自的彩虹。更严格地说，甚至你的左眼和右眼所看到的彩虹，都是不同的。当我们在路上开车追逐，自以为看着“一道”彩虹的时候，我们实际上看到的，是“一系列”彩虹，连续不断地映入我们的眼帘。我想，如果华兹华斯明白这个道理，他也许会略微改动一下自己的诗句“我心雀跃飞腾，当我看到/一道彩虹挂在天空”（尽管我必须说，要改动其后的几行将十分困难）。

令情况更加复杂的另一重因素是：雨滴本身在下落或被风吹散。所以，任何一颗雨滴都可能从传递给你红光的雨带，移动到传递给你黄光的雨带中。但是你仍然看见那条传递给你红光的雨带，好像没有什么发生过移动，这是因为有新的雨滴不断地取代脱离的雨滴。理查德·威兰（Richard Whelan）精彩的《彩虹之书》（*Book of Rainbows*，1997年）是我的很多关于彩虹的语句的引用来源，这本书中引用了达·芬奇的一段话：

> 观测构成彩虹的太阳光，彩虹的颜色是由下落的雨滴所产生的，每一滴雨水在下落的过程中都带上了彩虹的每一种颜色。

——《论绘画》，1490年代

虽然传递彩虹的雨滴在下落并被风吹散，但人们对彩虹本身产生的错觉仍然坚如磐石。柯尔律治写道：

> 疾风骤雨，薄雾濛濛，唯有彩虹，岿然不动。于瞬息万变，暴风雨中，暴风雨的女儿永远自如恬静，这汇聚了怎样的一种形象与盛情！

——《诗魂》（*Anima Poetae*），1895年发表

他的朋友华兹华斯，也为在狂乱的雨中屹立不动的彩虹而倾倒：

> 当时，我讲不出：
>
> 这是由于什么奇怪的机缘巧合，
>
> 由于什么样的风云际会，
>
> 一弯巨大的彩虹，完美无瑕
>
> 岿然不动地挂在天空。

——《序曲》（*The Prelude*），1815年

彩虹的浪漫，部分地来自一种错觉——它总是坐落在遥远的地平线上，当我们奔向彩虹，这弯巨大的圆弧却好像在后退，永远让人可望而不可即。但是，济慈所说的“波光粼粼的海面霓虹”却很接近我们，有时候你可以看到直径仅几英尺的、几乎完整的圆形彩虹，在你开车经过一排排篱笆墙的时候，这些小彩虹在你的近处追逐（你看到的大彩虹之所以是半圆形的，是因为地平线挡住了下半部分的圆）。彩虹看起来是如此巨大，部分是因为一种距离上的错觉。大脑将这形象投放在天空中，放大了它。用以下方法，你可以得到同样的效果：首先盯住一盏明灯，将其形象印刻在你的视网膜上，然后远眺天空，结果这个形象就被投放到遥远的天幕上，让它看起来变大了。

此外，还有其他令人高兴的复杂因素。我说，太阳光通过雨滴面对太阳的上1/4圆弧面进入一颗雨滴，并从下1/4圆弧面离开。但是，在雨滴中当然没有什么能阻止阳光进入下1/4圆弧面。结果，在适当的条件下，阳光在

球体内被反射了两次，离开雨滴下1/4面进入观察者眼中，也是通过折射，产生了第二个彩虹，它比第一个高8度，其色彩的顺序则相反。对任何一位确定的观测者来说，这两个彩虹都是由不同的雨滴群传达的。人们不常见到双重彩虹，但是华兹华斯肯定曾经有幸一睹双娇的芳容，而当时他的心脏肯定跳得更加踊跃。从理论上讲，一个彩虹还有另外一些以同心圆弧的形式存在的较黯淡的彩虹，但它们更少被人们看到。那么，当真会有人严肃地认为，告诉大家亿万颗下落的、闪亮的、反射着的和折射着的雨滴中发生着什么，就破坏了彩虹的美丽吗？拉斯金在《现代画家》第三卷（*Modern Painters* III，1856年）中说：

> 对于大多数人，无知的喜悦胜过明白的喜悦。最好是把天空构想为蓝色的穹庐，而不是黑暗的空洞；把云彩构想成一尊金色宝座，而不是雨雪霏霏的浓雾。我严重怀疑一位懂得光学的人士，无论多么虔信宗教，都难以像一位农民一样，在观看彩虹的时候感到同样的愉悦或敬畏……我们不能够透彻地了解一朵花的奥秘，也不必为此开展专心探究，就像爱美应该阻止对科学的追求，柔情应该阻止知识的精确。

不知何故，他的这段话听起来增加了关于他的一则传闻的可信度。据说可怜的拉斯金的新婚之夜被一个可怕的发现给毁了：他骇然发现女人竟然长着阴毛！

1802年，即海顿的“不朽的盛宴”之前15年，英国物理学家威廉·渥拉斯顿（William Wollaston）曾做过一个和牛顿三棱镜实验类似的实验。但他的太阳光束首先要通过一个狭长的缝，再射入三棱镜，于是从三棱镜后面透出的光谱就是一系列由各种波长的光形成的狭条。这些狭长条相互衔接起来才构成完整的光谱。然而，在沿着光谱分散开的某些特定地方，渥拉斯顿看到了一些狭窄的暗线。后来，德国物理学家约瑟夫·冯·夫琅禾费（Joseph von Fraunhofer）测量了这些暗线，并进行了系统的分类，现在这些暗线就以他的名字命名。夫琅禾费谱线有一个分布特征，宛如一种指纹（更形象的是把它比喻为条形码），这种指纹是光穿过一种物质时由其化学性质所决定的。比如说氢元素的条形码，就有自己独特的线条和间距构成的特征性条码模式，钠元素则是另一种模式，等等。威廉·渥拉斯顿只观察到7条线，夫琅禾费用先进的仪器观察到576条，而现代分光镜已经检测出了1万多条。

一种元素的“条形码指纹”并不单单表现为线条的分布，还表现为它们在光谱背景上的位置。现在，量子理论已经精确地解释了氢和所有其他元素的条形码。但我很抱歉要在这里跳过这个问题。有时候我想象自己能够对量子理论的诗意“有所欣赏”，但是我对量子理论的理解，尚未达到能向别人

做出说明的深度。实际上，能真正理解量子理论的人完全是凤毛麟角——这也许是因为自然选择把我们的大脑塑造得适合于在宏观世界、缓慢变化的事物间谋得生存；这样的世界中，覆盖掉了量子效应。理查德·费曼对这一点解释得很清楚，据传他曾经说："如果你认为你懂量子理论，你就是没懂量子理论！"我认为费曼出版的讲义和戴维·多伊奇（David Deutsch）的惊人又恼人的《实在的结构》（*The Fabric of Reality*，1997年）一书，已经把我带到了距理解量子理论最近的地方。（此外，我发觉这本书之所以恼人，还有一重理由：我分不清这本书中哪些是学界通常接受的物理学，哪些是作者自己的大胆推测。）不管物理学家怎样怀疑如何解读量子理论，却没有人怀疑量子理论在精确地预测实验结果方面显而易见的巨大成就。幸运的是，为了本章的目的，我们只需知道自夫琅禾费时代起，我们就已经知道的知识——每一种化学元素，都能可靠地在光谱的特定位置上显示出独一无二的条形码信息。

有两种方法可以看见夫琅禾费谱线。我们已经提到了光谱背景上的暗线。这种现象的形成，是因为在光的通路上，某元素吸收了特定波长的光，选择性地从光谱上去除了这一部分。但是，如果这种元素构成了某恒星的一部分而发光，在黑色背景上就会相应地出现明亮的彩线模式。

在"夫琅禾费对牛顿之解析的进一步完善"已广为人知的情况下，法国哲学家奥古斯特·孔德（Auguste Comte）仍写出了这样的句子：

> 无论用什么方法，我们都无从了解星星的化学组成或矿物学结构……我们对星星的实际知识，必然只限于它们的几何形状和机械现象。

——孔德《实证哲学教程》，1835年

真为孔德的草率感到惋惜！

今天，通过巨细无遗地分析星光中的夫琅禾费条形码，我们确切地知道了构成某个恒星的是什么物质，尽管我们访问这些恒星的可能性与奥古斯特·孔德时代一样渺茫。几年前，吾友查尔斯·西蒙尼（Charles Simonyi）和美国联邦储备银行的一位前主席进行了一次讨论。这位绅士认识到，当NASA（美国国家航空航天局）发现了月亮的构成成分究竟是什么，许多科学家都大吃了一惊。前主席先生推理：鉴于地月距离比地球和任何其他星体的距离要近得多，所以，我们对其他星体组成的认定，应该大多是大错特错的。这话听起来言之有理，但西蒙尼博士却反驳说，真实的情况恰恰相反。不管恒星离地球有多远，它们都是自己在发光，所以情况完全不同于月亮。月亮只是反射太阳的光而已，其光谱因此不能帮助我们了解其

化学性质。（据说D.H.劳伦斯拒绝相信月亮只是反射太阳光这个事实，因为这冒犯了他诗人的情感。）

现代仪器已经大大超越了牛顿的三棱镜，但现代光谱科学仍然是牛顿“解析彩虹”的直接衍生学科。一颗恒星发出的光的光谱，特别是其中的夫琅禾费谱线，会详细地告诉我们，这颗恒星上存在哪些化学物质。它还告诉我们这颗恒星的温度、压力和大小，这样构成的知识基础，能够让我们对恒星的自然演变史进行详尽的分类。由此我们知道，太阳在星体目录中的适当分类是：G2V黄矮星。让我引用一段1996年的大众天文学杂志《天空与望远镜》（*Sky and Telescope*）中的话：

> 能读出其中真意的人，只要看一眼光谱的密码，就能够知道这一恒星的种类归属，还有它的颜色、大小、发光强度、过去和未来、它的特性，以及它同太阳和其他类型的恒星相比较的异同。

通过在分光镜中分解星光，我们知道恒星就是原子反应炉，从主导其质量的氢中熔铸出氦，然后将氦核共同投向进一步产生杂质的级联反应当中，构成绝大多数其他的元素，铸造中等大小的原子，这些原子最终创造了我们。

牛顿解析彩虹，为19世纪发现“我们实际所见的彩虹只占据整个电磁波光谱的一个窄带”奠定了基础。可见光的波长范围在0.4微米（紫色）至0.7微米（深红）之间，红外线比红光的波长稍长，是一种非可见的热辐射源，某些蛇类和导弹就是利用红外线（制导）来锁定目标的。紫外线比紫光波长稍短，会灼伤我们的皮肤并引起癌变。无线电电波的波长要大大长于红光的波长，要用厘米、分米甚至千米来度量。微波在光谱上的位置介于无线电电波和红外线之间，它可用于雷达和快速加热。比紫外线更短的是X射线，我们用它来透过肌肉观察骨骼。波长最短的是宇宙射线，波长只相当于万亿分之一米。我们所称的可见光，除了“能被我们看见”这个事实之外，这些波长的窄带并没有什么特别。对于昆虫来说，可见光在光谱上发生了整体移动。昆虫能看到紫外线（“蜂紫色”），但看不见红色（它们可能会将其称为“黄外线”）。整个光谱上的辐射，同样可以用分解彩虹的方法来分解，虽然因为不同的辐射在光谱上的位置不同，我们需要使用不同的具体仪器——无线电调谐器（而非三棱镜）。

我们实际感知到的颜色，如主观的蓝色感觉和红色感觉，是我们的大脑给不同波长的光贴上的主观标签。我们对于红色，并没有什么长的感觉。知道红色和蓝色的样子，无助于我们记住哪一种颜色的波长更长。我必须经常去翻书，才能知道；但是我从来不会搞错女高音的波长要短于男低音的

波长。大脑需要便利的内部专用标签，来标记“物理彩虹”的不同部分，无人知道我对红光的感觉是否和你的一样。但我们可以很容易地取得统一意见——你会把我称为红光的那种光也称为红光。而且，物理学家能够量出它是长波长的光。我的主观判断是，紫光比蓝光看起来要更红，尽管实际上紫光和红光在光谱上相距得更远。也许你会同意我的判断。紫光中看似的红色痕迹是神经系统的问题，而不是光谱物理学的问题。

休·洛夫廷（Hugh Lofting）笔下不朽的童话人物——怪医杜利特，飞到了月球，吃惊地看到了一系列光彩夺目的新颜色，迥异于我们所熟悉的颜色，就好像红色和蓝色的区别一样！其实，即使在幻想中，我们也可以确定，绝对不会发生这样的事情。在外星球欢迎旅行家的颜色，一定是他们从母星带去的大脑之功能的表现[注]。

我们现在已经比较详细地知道了眼睛如何将光的波长告诉大脑。其中起作用的是一组三色编码，就像用于彩色电视机中的一样。人的视网膜中有四种感光细胞，三种是“视锥细胞”，一种是“视杆细胞”。四种细胞都很相似，而且肯定都是由同一种祖先细胞衍生分化而来的。我们最容易忽略的事情之一就是任何一种细胞（即使是一颗单细胞）的构造是多么复杂！其中最复杂的部分是由精致卷起的内膜构成的。每一个小小的视杆细胞或视锥细胞，都包含好像是一大摞书一样的堆积。一种细长的分子，叫视网膜蛋白，将每本书前后穿起来。和许多蛋白质一样，视网膜蛋白的作用类似于一种酶，它提供形态适合的空腔结构，使特定的分子被塞入正确形状的空位，从而催化某一具体的化学反应。

正是酶分子的这种三维结构，赋予了它催化的作用。它的作用是：作为一种形状精致的、又具有一定灵活性的合适的模版担当一种媒介，允许分子匹配其上，进行互相接触（所谓的触媒）。否则，它们就只能依靠概率相互碰撞来发生化学反应了。这就是为什么酶能以惊人的效率，加速化学反应的进行。这个系统的精致性，正是使我们的生命成为可能的关键；但有一个问题是，酶分子常常可以折叠各种三维结构，但是，反应真正需要的往往只有一种。在千百万年中，自然选择的很重要的工作就是寻找“决定性”的或“专一”的分子，它们只强烈地偏爱折叠成受青睐的形状，而非折叠成任何其他形状。一种分子具有两种备选的结构，有可能带来灾难。引起“疯牛病”、羊瘙痒病及人类的库鲁病和克-雅氏症的病因，是一种具有两种备选结构的蛋白质，名叫“朊粒子”（prions）。它们通常折叠成其中的一种结构，以行使正常的功能。但是，它们偶尔也会采用另一种结构选项，这会导致不良后果。一个蛋白质分子以“错误”的结构出现，会诱使其他分子发生结构转变。于是结构错误的蛋白质会像级联多米诺骨牌一样横扫整个身体。单单一个蛋白质的结构错误，就可以传染一个新的身体，从而诱发一次新的多米诺骨牌效应。因为采用了另类形状的蛋白质不能正常

地工作，结果是大脑中出现海绵状空洞，引起机体死亡。

朊粒子造成了某些混淆，因为它们可以像自我复制的病毒一样扩散，然而它们是蛋白质，而人们认为蛋白质是不能自我复制的。生物学课本告诉我们，自我复制是核酸（DNA和RNA）的一种独特能力。不过，朊粒子自我复制的意思，仅在于一种奇怪形状的捣蛋分子“诱导”邻近分子翻转成与其相同的形状。

在其他情况下，有两种可选形状的酶所具有的转换功能却大有良好的用途。毕竟，可转换性是晶体管、二极管和其他高速门电路器件最基本的功能，电脑因为这些，才能够进行逻辑运算，如执行如果（IF）、非（NOT）、与（AND）、或（OR）等指令。有一种“变构”蛋白质，能像晶体管一样，从一种状态跳转到另一种，而不像朊粒子那样通过传染诱变邻近分子，但这种跳转只在如果碰到了某种有用的环境时才会发生，而非在其他情况下发生。视网膜蛋白是一种“晶体管式”蛋白质，它很好地利用了自己具有两种可选形态的特性。它就如同一个光电管，当受到光的刺激后，就从一种形态跳转到另一种形态。经过一个短暂的恢复阶段，它又会自动回复到原先的状态中。在它的两种形态中，有一种是高效催化剂，另一种则不是。所以，当光激发它跳转到活性形态时，就启动了一个特殊的链式反应和快速的分子流通，好像是通过光打开了一个高压水龙头的阀门。

这些化学级联反应的最终产物就是一组神经脉冲流，它们通过一系列神经细胞接力传送到大脑中。每一个神经细胞都是一根细长的“管子”，神经脉冲就是神经纤维中快速的酶促化学变化，它们就像导火索上被点燃的火药一样在这些管子中嘶嘶地穿行，每个神经脉冲相互隔绝且呈不连续状，所以当它们到达终点（大脑）时，就好像一连串短促、尖锐的波。而神经脉冲到达时的频率（可能达每秒数百次）是一种编码，这种编码此时代表的是落在视锥细胞或视杆细胞上的光强。就一个单独的神经细胞而言，强刺激与弱刺激的区别，就好像高速机枪的连发与步枪间歇性射击之间的差别。

迄今为止，我所说的内容适用于视杆细胞和所有三种视锥细胞。现在，我说一说它们的区别。视锥细胞只对亮光敏感，而视杆细胞则对暗光敏感，为我们夜视所需。视杆细胞遍布于视网膜，而并不集中于某个特定区域，所以不能分辨细节。你不能用视杆细胞来看书，你得用视锥细胞来看书。视锥细胞们集中于视网膜的特定区域——视网膜的中央凹。当然，视锥细胞的密度越大，对细节的识别率就越高。

视杆细胞并不参与识别彩色图像，因为它们彼此的波长敏感性都相同。它们对于可见光谱中间的黄光最敏感，越靠近光谱的两端，它们的反应就越

迟钝。这并不是说它们把色光都向大脑报告为黄光。这么说完全没有意义。所有的神经细胞，都以神经脉冲的形式，向大脑报告信息。如果一个视杆细胞进行快速连发，这就意味着或者进入了大量的红光或蓝光，或者进入的黄光减少了。而大脑要解决这样模棱两可的问题，唯一的办法就是从（对不同的颜色有不同敏感性的）不止一种细胞中获得信息。

这时候，三种视锥细胞就开始发挥作用了。三种视锥细胞在视网膜上嗜好三种视觉“风味”。它们都对不同波长的光做出反应。但是，其中第一种对蓝光最敏感，第二种对绿光最敏感，第三种对红光最敏感。通过比较三种视锥细胞发射频率（实际上是对相互的发射频率做减法），神经系统就可以重建投射到视网膜上相应部分光的波长。与视杆细胞单独成像的情况不同，大脑不会混淆一种颜色的暗光和另外一种颜色的亮光。因为大脑接受来自不止一种视锥细胞的信息，所以能计算出光的真实颜色。

在回顾怪医杜利特的月界旅行时，我曾说，我们认为自己最终所看到的颜色，是大脑为方便起见，特意贴上的标签。当看到“伪彩色”图像，比如地球卫星照片或电脑制作的宇宙深空图像，我曾经感到失望。图片说明告诉我们，这些颜色都是随意加上的编码，比如说，在一幅非洲大陆的卫星照片上，编码不同的颜色来区分不同的植被。我曾经认为伪彩色图像是一种欺骗，我想知道这些图景的真实模样。但我现在认识到，我认为自己所看到的一切，甚至看到的窗外自家花园里的颜色，也在同样的意义上是“假的”：不过是（这里是我的大脑）为方便起见，基于另一种武断的约定，给光的波长贴上的标签。本书第十一章主张：我们所有的知觉都是一种在大脑中构建的“受限制的虚拟现实”。（事实上，我仍然很难接受那些伪彩色图像！）

我们永远不会知道，不同的人，对于某种波长的主观感受是否一样。我们可以比较人们对“某颜色是哪些颜色的混合”的意见。大多数人都会认同，橙色貌似是红色和黄色的混合；蓝绿色的混合地位，就体现在“蓝绿色”这个复合词本身，而不用“绿松石色”这个词。饶有争议的是：不同的语言对光谱的描述是否一致？有些语言学家断言，威尔士语和英语对光谱上绿光和蓝光区域的划分不同。据说威尔士语中有一个词专门表示部分绿色区域，而用另一个词表示剩下的绿色区域＋蓝色区域。另一些语言学家和人类学家认为这是一个迷思（传言），其真实性不高于“因纽特人（爱斯基摩人）有50个词汇来表达雪”这个诱人的断言。这些怀疑论者宣称，通过把一大排彩色小条呈现给各种不同母语的使用者，得出的实验证据表明，人们在划分光谱方式上，表现出了强烈共同性。实验证据的确是解决问题的唯一方法。至少对于说英语的人来说，威尔士人划分蓝色和绿色的故事，并不可信——但这没什么要紧。物理学中并没有什么因素可以否定这一点。不管事实是什么，它们也只不过是心理学上的一些事实。

鸟儿有极佳的色觉，而很多哺乳动物（不同于鸟类）完全没有色觉。还有一些哺乳动物（包括对某些特定颜色没有感觉的人）使用的是仅建立在两种视锥细胞基础上的双色系统；而高效的三色系统色觉，可能是在我们的灵长类祖先身上进化而来的，以帮助他们在绿色森林中发现果实。剑桥大学心理学家约翰·默伦（John Mollon）甚至提出，三色系统是"由某些果树创造的、用以自我宣传的一种策略"。这形象地提醒人们注意这样一个事实——植物是在吸引哺乳动物去吃它们的果实，以传播种子。有些美洲猴子的视觉安排十分古怪，同一物种的不同个体，会有不同组合的双色系统，所以能够看到不同的东西。无人知晓猴子从这样的结构中会不会得到好处，以及怎样得到好处，但有一件事，可能会给我们一些启示：在第二次世界大战期间，轰炸机机组往往喜欢搭载一位色盲乘员，因为色盲乘员有时可以看穿地面上的某种伪装。

解析频谱更宽的彩虹，让我们转向电磁波谱的其他部分，我们用收音机的旋钮分离出一个个电台，也分离出移动电话网中的不同电话通话。如果不能灵敏地分解电磁波的波谱，我们就会同时听到每个人的通话，而收音机里所有的频率就会嘈杂一片，好比巴比伦通天塔下各种语言的嘈杂声。在专用电脑的帮助下，解析彩虹的另一种技术，是磁共振成像。如今，医生可以用这种非凡的技术，来识别我们体内器官的三维结构。

当一个波源本身相对于其观测者发生运动，就会发生一种奇特的现象，即可以探测到波长变化的"多普勒频移"。声波更容易观察到这种现象，因为它传播速度较小。当一辆汽车迎面而来时，其引擎的音频就会高一些，而驶离我们时音频低一些，所以当一辆汽车呼啸而过，我们会先后听到有特征的"伊伊伊阿——"的双重音调。1845年，荷兰科学家伯伊斯·巴洛特（Buys Ballott）首次验证了多普勒的预测——他雇了一支管弦乐队，在一节平板车厢上演奏音乐，从听众面前疾驰而过。光波速度太快，只有在我们快速靠近光源（此时光波会移向光谱中蓝端）或快速远离光源（此时光波会移向红端）时，才能观察到多普勒频移。遥远的星系就是如此，我们发现"这些星系正在快速地远离我们"这一事实，就是因为这些星系的光发生了多普勒频移，此时，它显得较红一些，总是移向光谱的长波段、红端。

我们怎么知道来自一个遥远星系的光发生了红移呢？我们怎么知道这些光在发出来的时候不是红色的呢？你可以用夫琅禾费谱线作为标志物，来说明这个问题。请记住，每一种元素都用一种独特的线状条形码来签下自己的名字表征自己。各种线条之间的距离就好像指纹特征一样，而这些线在光谱中的精确位置，也好像一种指纹。从一个遥远星系传来的光条形码，表达了我们熟悉的线条排列方式。这样熟悉的特征谱线告诉我们，构成那些星系的元素与构成我们星系的元素是一样的，但整个条形码的模式向光

谱的长波段移动了一段固定的距离：它看起来比实际情况要红一些。1920年代，美国天文学家埃德温·哈勃（Edwin Hubble，现在的哈勃太空望远镜即以他的名字命名）发现了来自遥远星系之光谱的红移现象。那些具有最显著红移的星系，也是最遥远的星系——从它们非常微弱的光能够估计出来。哈勃最著名的结论（虽然以前也有人提出过）是：宇宙在膨胀，从任何一个观察点进行观察，星系们都正在以越来越快的速度后退。

当我们观察一个遥远的星系，我们实际上是在回望它遥远的过去——因为光经历了几十亿年才抵达地球。光已经变得很弱，这让我们知道它经过了极其遥远的距离。我们的银河系远离其他星系的速度，具有把光谱移向红端的效应。距离与飞离速度的关系，有规律可循（遵循哈勃定律）。按照这个定量关系进行推算，我们就可以估计出宇宙是从什么时候开始膨胀的。用现在主流的“大爆炸理论”的语言来说，大约在100亿—200亿年前，宇宙诞生于一场大爆炸之中。这一切都来自我们“解析彩虹”之后的推论。在众多新的证据的支持下，对这个理论的进一步发展，提出：时间也源于这个“众劫之母”。说时间本身开始于某一特定时刻，究竟可能是什么意思呢？也许你听不懂，实际上我是肯定不懂，这又是因为我们的头脑思维能力是有限的，它适用于思考缓慢的变化，比如非洲热带大草原上那些大型物体的变化，这里一切事件都正道直行、循规蹈矩，每一件事情总有其过去。一件没有过去的事情，震慑住了我们那可怜的推理思维。也许我们只能在诗歌中欣赏到它。济慈，你应该活在我们这个时刻！

那么，在那些星系之中，是否也有一双双眼睛在回望着我们呢？说“回望”是恰到好处的用词，因为外星人们也只能看到我们的过去。1亿光年之外的一个世界上的居民，如果能够观测到我们这颗星球上的什么东西，也只能是红移的恐龙在玫瑰红的平原上横冲直撞的情景。话说回来，即使宇宙中还有其他生物，即使它们也长有眼睛，不管它们有分辨率多么强大的望远镜，它们也很难看到我们的行星，更别说行星上的居民。实际上，我们还从未看到过太阳系之外的任何一颗行星；也直到最近的几百年，我们才知道了太阳系里的所有大行星。我们的肉眼无法看见太过暗淡的海王星与冥王星。我们之所以知道把望远镜指向何方，是来自计算相邻行星对其轨道造成的轻微摄动。1846年，两位数学天文学家——英国的亚当斯（J.C.Adams）和法国的勒威耶（V.J.J.Leverrier）分别独立地观察天空，却都对同一种现象大惑不解——天王星实际所在位置偏离了它在理论上应该处于的位置。两个人都估计到，造成轨道偏移的原因，可能是处于某一位置、具有某种质量而未被观察到的一颗行星所施加的引力。德国天文学家加勒（J.G.Galle）适时地将望远镜指向了正确的方向，从而发现了海王星。晚至1930年，美国天文学家汤博（C.W.Tombaugh）用同样的方法发现了冥王星。冥王星的质量远小于海王星，但其引力仍然影响了海王星的运行轨道。如果约翰·济慈在世，或可体会这些科学家在发现这两颗大行星

时的激动心情：

我感到自己像一名观天者那样激动；

就像一颗新行星游进他视野的时候；

或像是坚定的科尔特斯，

站在达利安（Darien）的高峰，

用鹰隼一般的眼睛，

默默地凝视着太平洋，

以及他所有的手下人，相互交换着狂野臆测的目光。

——《初见查普曼译荷马史诗》，1816年

我特别喜爱这些诗行，因为某出版界人士第一次读了我的《盲眼钟表匠》（*The Blind Watchmaker*）手稿之后，曾吟此诗赠我。

但是，其他恒星是否也有行星环绕？这是一个非常重要的问题，对于这个问题的回答，将影响我们对整个宇宙中生命普遍与否的推测。如果在宇宙中只有一颗恒星拥有行星，即我们的太阳，那么我们就是非常非常孤独的。但从另一个极端说，如果每一颗恒星都是一个“太阳系”的中心，那么将有不计其数的行星存在生命。而几乎不论其他行星存在生命的几率如何，只要我们发现了绕其他“太阳式”恒星转动的另一颗行星，庶几会安慰我们孤独的心灵。

但是，大行星们距离其恒星太近，被恒星的光亮遮掩得很严实，以至于我们的望远镜按道理来说无法观测到它们。我们得知其他恒星有大行星绕其公转，主要方法，是通过观察轨道摄动和有色光的多普勒频移。我们直到1990年代才发现了太阳系以外的行星。观测的原理如下：我们认为行星轨道都是以其恒星为中心。但牛顿告诉我们，两个物体的吸引是相互的。如果两颗恒星的质量相近（天文学上称为双星），它们就会像一对哑铃一样相互围绕着旋转。两颗星之间的质量差距越大，质量较小的一颗就越会倾向于绕着质量较大的一颗旋转，而后者的运动就不那么明显。当一颗星体远大于另外一颗星体（比如太阳和木星），小星体就会像一只哈巴狗一样，在主人散步时围着它的主人转，而主人只会有些轻微晃动。

就是一些恒星的位置这样微小的晃动，暴露了它们周围那些看不见的行星。但是，这些晃动极其微小，不能被我们直接观察到。我们望远镜无法分辨它们位置上的微小变化；事实上，这要比观测到那些行星本身更加不可能。这时的解决方法，仍然是分解光谱，因为当一颗恒星受周围大行星影响而产生轻微的前后或上下摇晃，它们的光在远离我们时会产生红移，而接近我们时则产生蓝移。因为行星们造成了其母星发射向我们的光产生了细微但可测的红移/蓝移，于是（行星）就暴露了自己。同样，遥远行星上的居民通过观察太阳光谱有节律的变化，也有可能会发现我们的木星——大概是太阳系中唯一一颗大到可以用这种方法探测到的行星；我们的地球因为太小，所以不能产生可以被外星人注意到的引力涟漪。

不过，外星人可能会接收到我们在过去的几十年里，向太空发射的大量的无线电波和电视信号；外星人可能通过分解这些彩虹一样的波谱，来意识到我们的存在。这些振动构成的信号泡泡，已经膨胀成了直径一百多光年的大球，囊括了相当数量的恒星——虽然仍然只是茫茫宇宙沧海中的一滴水。卡尔·萨根在其科幻小说《接触未来》（*Contact*）中阴郁地指出，说到向宇宙发射宣传地球的图像，先驱是1936年希特勒在柏林奥运会开幕式上的演讲。至今，我们仍未得到任何回音，没有接收到任何外星世界传给我们的任何消息。

我们在宇宙中有同伴吗？——我们从来没有得到“让我们相信有同伴”的直接理由。于是，这里就有两种可能性：一种是宇宙中充满着生机，另外一种是宇宙中只有地球上才有生命。这两种可能性以完全不同的方式，都令人激动不已。我认为，不管是哪一种情况，都会引发我不可遏制的研究宇宙的渴望。我不能想象，一个真正具有诗意之感性的人，会不同意我的意见。解析彩虹，绝不是煮鹤焚琴。恰恰相反，建立在解析彩虹之后的直接推理之上的，居然有那么多的发现！这其中难道没有一种讽刺的意味？我感到乐从中来，不可断绝。解析彩虹的诗性之美目前所揭示的一切——从恒星的性质到宇宙的扩张，一定会抓住济慈的想象力，而且一定会带领柯尔律治进入最狂热的梦想，可以使华兹华斯的心脏，跳得比以往任何时候都更加踊跃、激烈。

伟大的印度天文学家钱德拉塞卡（Subrahmanyan Chandrasekhar）在1975年的一次演讲中说：

> 这种“面对美丽的战栗”、这种出于“寻美于数学”之动机而做出的发现，在大自然中寻到了精确的再现。这一惊人事实，说服了我认识到：美就是出自人的心灵最深处的和最深刻的回应。

这些话听起来比济慈以下为人熟知的肤浅的感情表达，不知道要诚挚多少倍：

美就是真，真就是美——

这就是一切，

世上你所知，以及你需知的一切。

——《希腊古瓮颂》，1820年

济慈和兰姆应该举杯祝酒，为诗歌、为数学，以及为数学的诗性干杯。华兹华斯则不需要鼓励，他（以及柯尔律治）曾经受到苏格兰诗人詹姆斯·汤姆森（James Thomson）的激励，他们还可能会想起汤姆森的诗篇《纪念伊萨克·牛顿爵士》（*To the Memory of Sir Isaac Newton*，1727年）：

甚至那万物都显示的光线本身，

不为人知地照耀着，直到他聪慧的头脑，

解析了白昼那所有闪亮的外衣；

再从白色混沌的闪耀中，

收集每一束光线，分门别类，

给着迷的眼睛，演绎出华丽的序列。

先是火焰般红色，生动地喷涌向前

然后是橘黄的颜色。

接下来是怡人的明黄，

在它的旁边，有鲜艳欲滴的嫩绿，

还有缥缈的纯蓝，染遍秋季的天，空灵的演奏。

再后来，从浓浓靛蓝中显现令人感伤的深暗色彩

就像是夜色伴随着迷雾降临。

最后一丝微弱的折射，

在轻轻的紫罗兰色中逝去。

当云朵凝结出玫瑰红的渲染，这些色彩，

在欲雨的彩虹下面照射出去；

在我们头顶，露水的景象优雅地弯曲，

融入下方的苍茫大地。

从其中诞生了无数的染色，

而万物依旧有色彩留存——

它们是无尽的美丽之源，

永远的潮红，永远新奇。

可有诗人把任何事物想象得如此美丽，

如同在树林低语嘶哑的小溪？

抑或先知启示来自天堂的狂喜？

甚至到现在，从格林威治那愉悦的高度眺望，

那落日和变幻的云彩依然在宣示，

折射定律是多么正确，多么美丽。

1. 颜色为哲学思考提供了一个丰富的源泉，但这些思考的科学性却往往不足。改善这种状况的一个值得称赞的尝试是1988年哈丁（C.L.Hardin）出版的《哲学家的颜色：解析彩虹》（*Color for Philosophers*：*Unweaving the Rainbow*）一书。我在此很尴尬地声明，在我的这本书已经交稿给出版社之后，我才发现了哈丁的这本书，特别是它那杰出的副标题。顺便说一句，“杜利特医生”的图书可能很难找到，因为这套书往往会被故作正确的图书管理员当作禁书。他们担心《杜利特医生的故事》（*The*

Story of Doctor Dolittle）中的种族主义。但这些在1920年代很普遍，见怪不怪。而且无论如何，它已经被《杜利特医生的邮局》（*Doctor Dolittle's Post Office*）中杜利特医生勇斗奴隶贸易所抵消，特别是被《杜利特医生的故事》的反对物种主义（speciesism）的立场所抵消。正像早期种族主义的遭遇一样，物种主义在今天仍然没有受到谴责。

第四章 空中的条形码

我们毫不怀疑，我们会找到彩虹；

但恋人想象中的彩虹，

却不是我们所能发现。

——艾米莉·狄金森，1894年

在当代英语中，在空气中（on the air）指的是无线电广播。但无线电波和空气完全无关，它们更应该被视为波长较长的不可见光。空气波则只能有一个合适的意思，那就是声波。本章主要讨论声音和其他较慢的波，以及它们怎样宛如彩虹，也可以被分解开来。声波传播速度比无线电波慢50万倍，略快于波音747飞机，但慢于协和式飞机。光和其他电磁波在真空中传播效果最好，但声波则不同，它的传播必须依靠空气或水等物质介质。它们是由传播介质压缩和变稀疏所产生的波。在空气中，这意味着局部大气压力升高然后降低的波。我们的耳朵是小型气压计，可以感觉到压力的高速度、节律性变化。昆虫耳朵的工作原理则完全不同于我们。为了理解这些差异，我们要先小小地离一下题，谈一谈究竟什么是压力。

当我们把手放在打气筒的出气口上，我们的皮肤就感到了压力，好像是某种有弹性的推力。实际上，压力是亿兆空气分子聚集在一起，并方向随机地互相碰撞的结果。（而风则恰好相反，是压倒多数的空气分子朝一个方向流动。）如果你在大风中举起手掌，就能感觉到压力的等效物——分子的轰击。如果空气分子被置于一个密闭的空间（如充满气的自行车内胎里），空气分子将向外压迫内胎的壁，这个压力与胎内分子数量的多少以及温度成正比。只要是在高于零下273摄氏度（即绝对零度，对应分子运动的完全静止状态）的任何一个温度，分子都在不规则地运动，好像台球一样彼此相撞。它们不仅相互碰撞，而且碰撞轮胎的内壁，于是车胎就将此“感知”为了压力。另外还有一个效应：空气越热，分子乱马奔腾的速度就越快（这就是温度的意义），所以当你加热给定体积的气体的时候，其压力就上升了。同理，你压缩给定体积的气体，其温度就会上升，即通过减小体积，提高压力。

声波是局部压力变化振荡的波。例如，一间密闭房屋中的总压力，取决于房屋中分子的数量和温度，分子数量在短时间内不会改变。平均而言，房间里每一个立方厘米空间含有的分子数量都是相等的，所以压力也相同。

但是，这也并不能阻止局部性压力发生变化。立方厘米A可能摄取立方厘米B的部分气体分子的情况下，经历暂时性的压力增加，也就是立方厘米B将自己的一些分子贡献给了立方厘米A。而A中压力的增加，倾向于把分子推送给B，从而恢复平衡。在大得多的地理空间，这样就是风——空气从高压地区流向低压地区。在更小的尺度之下，可以用这种方法来理解声音，但声音并不是风，因为它们前前后后振动得非常快。

如果在房屋中央敲打一支音叉，它的振动扰动当地空气中的分子，就会导致这些分子撞击相邻的空气分子。音叉以某一特定的频率来回振动，激起的涟漪散向所有方向，就好像一连串不断扩大的外壳。每一个波前都是一个增压区，跟随着的则是一个减压区，然后下一个波前到来；波前之间有一个间隔，取决于音叉振动的频率。如果在屋内任意地方安放一支很小但很灵敏的气压计，那么气压计上的指针将随着每一个波前的经过而上下摇摆，指针摇摆的频率也就是声音频率。敏感的气压计就好比脊椎动物的耳朵，在变换的压力的撞击下，耳鼓进进出出。耳鼓通过三根小骨（即著名的由颌骨韧带的软骨退化而来的锤骨、砧骨和镫骨）与耳蜗相连接。耳蜗像一把微小的、倒置的竖琴。同在竖琴上一样，耳蜗的“弦”安放在一个逐渐变细的琴板上。琴板上最细一端的弦与高频声音发生共震，最粗一端的弦则与低频声音发生共震。从耳蜗延伸出去的神经有序地反射到大脑中，所以大脑能够分辨出震动耳鼓的声音是一个高音还是一个低音。

相对照地，昆虫的耳朵并不是“小气压计”，而是“小风向标”。它们事实上测量的是分子流动形成的风，虽然是一种很奇特的风，它只流动极小一段距离，就会转换方向。我们感觉到的压力变化，即一种扩张的波振面，也是一种分子的运动波：当压力上升时向某个方向运动，而压力下降时又离开那个方向。我们类似气压计的耳朵里有一片伸展覆盖一处空间的膜，而昆虫的风向标耳朵里要么是一根纤毛、要么是一层膜覆盖在一个有孔的腔上。无论是哪一种，它都会随着分子运动的节奏，来回地摆动。

因此，感觉声音的方向是昆虫的第二本能。只要有一架风向标，任何一个傻瓜，都能区分是北风还是东风，而昆虫简单的耳朵，也能区分南北方向的振动和东西方向的振动。昆虫探测声音的方法，内置了感知方向的能力。气压计与风向标不同，压力增加就是压力增加，与来自哪个方向的分子量增加毫无关系。于是，我们脊椎动物用自己的气压计式耳朵，通过比较两只耳朵汇报的信号，来计算声音传来的方向，就好像我们用不同种类的视锥细胞报告颜色一样。大脑比较两只耳朵得到的声音的响亮程度，同时比较声音（特别是断断续续的声音）抵达两只耳朵的时间。有一些声音比较不容易进行这种对比。比如蟋蟀鸣叫的定调就十分狡猾、有时间性，让脊椎动物的耳朵很难定位；但容易让生有风向标式耳朵的雌蟋蟀进行定位。有些蟋蟀的叫声甚至会引起错觉，至少对我这脊椎动物的大脑来说，

一只实际上静止的蟋蟀，有时听起来会像爆竹一样跳来跳去。

声波形成了不同波长的波谱，与彩虹相似。声波的彩虹也同样可以被分解，这是我们科学地认识声音的基础。正像我们在识别颜色的时候，大脑给不同波长的光贴上了各自的标签，大脑依据音高的不同，给声音贴上了类似的标签。当然，声音远远不只是包括简单的音高，这里就需要更深入地分析、分解了。

一支音叉或一套玻璃碗编钟所发出的纯净、清脆的声音，被物理学家称为正弦波（玻璃碗编钟是莫扎特最喜欢的一种乐器，是由精美玻璃制成的碗状乐器，注入深浅不同的水，用蘸水的手指在玻璃碗的边缘上演奏乐曲）。正弦波是最简单的一类波，几乎是理论上的理想波形。当你拿住绳子的一头上下摆动，所形成的蜿蜒的蛇形光滑曲线，基本上就是正弦波，尽管它的频率当然比声波低得多。我们将看到，大多数声波都不是简单的正弦波，而是参差不齐、相当复杂的。我们暂时可以认为一支音叉或一套玻璃碗编钟演奏出圆滑、弯曲的压力波变化，以同心圆的形式从声源处向外追逐扩散，我们气压计式的耳鼓就可以感知压力在平滑地上升，然后又平稳地下降，有节奏地随着曲线的上下摆动而振动。每一次频率倍增（或者波长减半，两者是一回事儿）都让我们听到一个八度的跳跃。非常低的频率，即乐器上最低的音符，令我们的身体感到震动，但很难被我们的耳朵听到。人，特别是老人，听不到非常高频的声波，但蝙蝠可以听到，并且利用其回声来寻路导航。这是自然界最令人着迷的故事之一，不过我在《盲眼钟表匠》一书中，投入了整整一章来讲述这个问题，在此不再饶舌赘述。

先不谈音叉与玻璃碗编钟。纯正弦波在很大程度上是一种数学抽象概念。真实的声音，大多是非常复杂的混合体，解析它们，可以让我们大有收获。我们的大脑可以毫不费力地解析声音，并且效果十分惊人。我们的耳朵从孩童时代起，就能毫不费力地解析声音，而我们的大脑又能把它们重织起来。相比之下，我们经过了艰辛的研究努力，才在用数学理解“它们如何运作”方面，很笨拙且不完全地赶上了我们天然的耳朵和大脑。

假设我们击打一支音叉，让它以每秒440次（或曰440赫兹）的频率振动，我们将听到纯粹的比中音C调高的A调。这一个A调，以及当小提琴、单簧管、双簧管或长笛所奏出的相同的A调，它们之间有什么区别呢？答案是：每种乐器的声音都是包括各种波在内的混合音，这些波的频率基本上是基频的倍数。任何一种乐器在演奏中音C调以上的A调时，主要在440赫兹的基频上传递声能。但除此之外，可能还叠加了880赫兹、1320赫兹等音频的踪迹。这些被称为泛音。这个词可能会与“和音”混淆，因为“和音”是我们听到的几个不同音符的和弦。一个“单一”的小号乐音，实际上也是泛音的一种混合，这种特定的混合音构成了小号的“标志”，有别于其他

乐器（如小提琴等）演奏同一音符时所发出的声音（当然，小提琴奏出的这个音符也有其独特的泛音）。另外还有一些复杂因素影响声音的构成，我就省略掉，不予讨论了，比如说，吹小号时嘴唇干扰的侵入或拉小提琴时琴弓摩擦琴弦的声音等等。

除了这些因素的影响，一个音符持续不变的部分具有一个典型的小号的音质（或小提琴或不管什么乐器的音质）。可以表明，一件具体乐器听上去单一的音调也是我们的大脑重新组合的产物，总合了这些正弦波。演示过程如下：首先决定选哪一种正弦波，比如说是小号的乐音，我们选择一组合适的“音叉”纯音并一次奏响其中之一，在一段短时间内，你可以听到分别的、不同的音符，如同它们真的是这组音叉产生的和音。然后，相当怪异的是，它们相互汇聚为一点，这时“音叉”声消失了，你只听到济慈所讲的银质的、嗥叫的小号，奏出基本频率的音高。要发出单簧管的声音，你需要不同频率组合的条形码，在大脑将注意力集中于一个“木质”单簧管音符的幻象之前，你可以短暂地分辨出来它们是分别不同的“音叉”声。小提琴也有其自己的条码“签名”，其他的乐器也一样。

如果你观察小提琴演奏音符时的压力波形，就会看到一条复杂的、在基频上不断重复的曲线，但叠加了幅度较小的高频部分。实际发生的事情是：构成小提琴声音的不同正弦波混合在一起，形成了复杂的波动线。可以用电脑编程分析各种复杂重复的波动线的样式，把它们还原成组成它们的各种单一波形（你必须汇总这些分离的正弦波，才能得到复杂的波形）。当你在听一件乐器演奏，你就相当于在进行这种计算，耳朵首先分解作为组成部分的正弦波们，然后大脑又把它们编排在一起，并分别贴上合适的标签，如“小号”、“双簧管”或任何其他乐器。

但是，我们无意识地分解和重织的本领，甚至远远大于这些。设想你参加一场交响乐音乐会，在上百种乐器蔚然奏响之际，你的邻座在你耳边低声做出专业的音乐评论，有人在咳嗽，更糟糕的是你后面的某人在撕扯巧克力糖纸。所有这些声音同时振动你的耳鼓，并被总结成一条单独的但非常复杂的蜿蜒起伏的压力变化的波。我们知道它是一个波，因为整场交响乐演奏，包括那些噪音，都可以被输入录音光盘的一条波槽之中，或者被记录成录音磁带上的一部分磁性物质的起伏。整个一套振动，可以在时间空气压力图表上归结为一条单独的曲线，正像由你的耳朵鼓膜上记录下来的一样。说来也奇怪，大脑能够分清音乐声和窃窃私语——区分开来咳嗽声和关门声，区分开交响乐团中各种乐器各自的声音。多么令人难以置信的分解和归纳、分析和综合的能力！然而，我们每个人却根本连想都不用去想，就能毫不费力地做到。蝙蝠给人的印象更深刻，它能分析断断续续的回声轰击，在其大脑中建立它们赖以飞行的这个世界的详细而闪变的三维图像，包括它们扇动双翼去捕捉的昆虫，甚至能区别开来自己的回声和其

他蝙蝠的回声。

将杂乱的波形分解成正弦波，然后又能将其重新组合为原始的曲折线，这种数学方法被称为傅立叶分析，得名于19世纪法国数学家约瑟夫·傅立叶（Joseph Fourier）。傅立叶分析不仅适用于分解声波（事实上，傅立叶本人发明这项技术就是为了其他目的），还适用于分析其他任何有周期性的变化，分析对象并不需要是声音那样的高频波，或者光那样的超高频波。我们可以认为：傅立叶分析作为一种数学手段，可以相当方便地解析那些比光慢得多的振动波谱所构成的“彩虹”。

现在，我要举一个慢速振动的例子。最近，我在南非克鲁格国家公园（Kruger National Park）的一条路上，看见了一条随着这条路的弯弯曲曲的湿线，看来反映了某一种不断重复的模式。招待我的东道主（兼专家导游）告诉我，那是一头处于发情期的公象留下的尿迹。当一头公象进入这种奇怪的状态（也许相当于一名澳大利亚土著的“丛林漫游”），它就会断断续续地往路上撒尿，貌似是为了散布味迹。这条小便轨迹在大路上从这边摆到另一边，想必是来自公象那长长的、像钟摆一样晃荡的阴茎，同时又受到了它那巨大躯体、缓慢步态的复杂而有节奏的影响。（如果公象的阴茎真的是像牛顿理论中的“理想钟摆”，它就会产生一条真正的正弦波。可惜实际情况并非如此。）我给这条曲线拍了照片，心里思忖自己日后可能会有一丝机会对其开展一次傅立叶分析。但是非常遗憾，直到今天，我还没能进行这一项工作，但这在理论上无疑可以做到。比如将尿迹的照片放到一张坐标纸上，将其坐标数字化并输入电脑，就可以执行一次现代版的傅立叶计算，分解出构成曲线的正弦波分量。当然还有其他更容易（但不一定安全）的办法去测量一头大象阴茎的长度，但通过尿迹分析来确定则更加有趣，傅立叶男爵本人也一定会感到高兴，因为我在超出他想象的领域应用了他的数学方法。既然足迹或蚯蚓粪都可以形成化石，尿迹为什么就不能形成化石呢？我认为这没有道理嘛！如果真的发现了这种化石，我们在理论上，就可以通过傅立叶分析，处理发情期公象撒下的尿迹（这样间接的证据），计算出一头已经灭绝的乳齿象或猛犸象阴茎的长度。

一头象的阴茎的摆动频率远低于声波（尽管相比于光的超高频率，其频率与声波在同一量级）。大自然向我们展示了其他一些周期性的波形，只是频率低得太多了，其波长要用年甚至百万年来计量。人们已经用傅立叶数学方法分析过大自然中的一些波形，包括动物种群的盛衰循环。1736年以来，哈德孙湾公司一直在记录从加拿大（挖陷阱的）捕猎者手中收购的毛皮的数量。牛津大学著名生态学家查尔斯·埃尔顿（Charles Elton，1900—1991）曾被延聘为该公司的顾问，他意识到：这些记录实际上是反映被毛皮行当追杀的哺乳动物（雪兔、猞猁狲及其他）数量上下波动的重要资

料。这些统计数据以复杂繁多的波动节律增增减减。后来对这些资料的进一步分析表明，在这些长周期波形中，有比较典型的一个大约4年的周期和另一个大约11年的周期。一个假说认为，4年周期是捕食动物与被捕食动物之间相互影响的时间关系（被捕食动物过度繁殖会导致捕食动物数量大幅增长，结果捕食动物将被捕食动物吞吃殆尽，随后捕食动物发生大饥荒，数量骤减。接下来又是被捕食动物兴旺发达，如此周而复始）。至于更长的11年周期，也许最有趣的解释就是——这事关太阳黑子的活动，因为太阳黑子的活动周期大约就是11年。至于太阳黑子究竟如何导致动物数量激增或锐减的问题，人们可以开放讨论——也许是因为它改变了地球气候，从而影响了植物食料的丰欠。

如果你发现了规律性的很长周期的波长，那么它们就很可能与天文因素有关。因为事实上，天体总是围绕中心轴自转，或者沿着一定的轨道，围绕其他天体运转无停际。在地球上，几乎所有的生物（包括动物和植物）都遵循精确的、根深蒂固的24小时活动节律，其根本原因是地球以自己的轴在自转，但是无论什么生物（包括我们人类在内）即使被隔绝了与白天和黑夜的直接联系，仍然会继续遵循差不多24小时的活动周期，这表明它们已经将这个周期内在化了，即使没有了外部的“起搏器”，仍然能够自动运行。构成了许多生物（特别是海洋生物）身体功能的混合波的另一个比较突出的组成成分，是28天的月亮周期。月亮首先以其节奏影响大潮和小潮的交替，而地球本身稍长于365天的轨道周期，也将其缓慢的循环贡献给傅立叶总和，表现在繁殖期、迁徙期、脱毛模式和冬季毛皮的生长方面。

分解生物节律，也许可以找到最长的波长，即有人提出的2600万年一次的生物大灭绝的周期。化石专家们认为，地球上曾经生存过的大约99%的物种都灭绝了。但幸运的是，从长远来看，幸存物种衍生新物种抵消了物种灭绝。但这并不是说，物种们在较短时期内保持不变，事实并非如此。在某些地域，灭绝生物的比例上下浮动，同时新生物种的比例也在激烈变化。有糟糕的时代，物种消失；也有幸运的时代，新物种萌芽。最糟糕的时代，也就是最具毁灭的世界末日，可能是2亿5千万年之前的二叠纪末期。这个时代，大约90%的物种灭绝了，包括陆地上的许多类哺乳爬行动物。地球动物群后来终于恢复占领了被打扫得干干净净的舞台，但这时上台表演的“演员”已经与先前剧组截然不同。在陆地上，是恐龙取代了类哺乳爬行动物，填补了它们留下的空白。接下来最大的一次大灭绝，也是我们谈论最多的那次大灭绝，就是大约6500万年前著名的白垩纪大灭绝。正如化石记录所显示的那样，所有的恐龙（以及与它们同时期的陆、海生物），似乎就在一瞬间，大部分在进化舞台上被一扫而光。白垩纪大灭绝，大约消灭了50%的物种，虽然不像二叠纪那么多，但仍然是地球往事中可怕的一幕全球性悲剧。后来，这颗行星上残留的动物群又一次恢复了生机，于是就有了我们——从少数幸免于难的类哺乳爬行动物中，繁衍出

了我们这些哺乳动物。现在，我们和鸟类一起，填补了恐龙灭绝遗留下来的空缺。乐享地球，直到下一次大灭绝的降临。

大灭绝的插曲还上演过很多次，虽然严重程度不及二叠纪或白垩纪事件，但仍然在岩石中留下了令人注目的记录。统计古生物学家已经收集了过去各时代化石物种的数目，并将它们灌入了电脑进行傅立叶分析，从而提取出了这样的周期——好像在倾听（由地球生物演奏的）低沉到荒谬程度的风琴音符。目前宣称的主导周期（虽然尚有争议）是大约2600万年。那么，是什么引起了波长这样长得可怕的灭绝的节奏呢？——也许只是某一天体的周期运行。

日益积累的证据表明，导致白垩纪大灾难的肇因是一颗大如山岳、时速数万英里的小行星或彗星击中了我们的行星，大约撞在了墨西哥的尤卡坦（Yucatan）半岛附近的某处。木星轨道内的小行星，在小行星带中围绕太阳运转。小行星数量十分庞大，个头小的时刻都在撞击我们，而少数个头大的小行星如果撞击地球，足以造成灾难性的灭绝。彗星以更大、离心率更高的轨道，围绕太阳旋转，但大部分时间位于我们习惯认为的太阳系之外，有时也会偶然跑进来，比如哈雷彗星每76年造访一次地球，海尔·波普彗星则大约每4000年才造访一次。二叠纪的大灾难，也许来自比“造成白垩纪事件之彗星”还大的一颗彗星撞击地球。而2600万年周期的物种大灭绝，恐怕也来自在此期间彗星撞击地球的可能性突然增大。

那么，为什么每隔2600万年，彗星就很可能要撞击一下我们的地球呢？这把我们抛入了深思遐想的深邃空间。有人提出，太阳还有一颗姊妹星，两者以大约2600万年的周期相互围绕着旋转。虽然从来没有人见过这颗假想中的姊妹星，但它仍然被赋予了一个戏剧性的名字——“复仇女神”（Nemesis）。它每次在轨运行一周，都要穿过大行星之外一个由数十亿颗围绕太阳运转的彗星构成的空域——奥尔特云，这样貌似会打乱这些彗星的运行轨道，有可能增大其中一颗彗星撞击地球的可能性。如果这事儿属实（尽管这条推理链条相当脆弱），就可以解释（某些人认为的化石记录所表明的）大约每2600万年发生一次的物种大灭绝。用数学方法解析动物大灭绝的噪声谱系，可能会成为我们探测太阳的那颗未知伴星的唯一方法，这种想法令人欣喜。

从研究超高频率的光波和其他电磁波开始，我们经过了中频的声波和大象阴茎的摆动，最后讨论了极低频率的所谓波长2600万年的物种大灭绝。让我们再回到声音，来特别关注“人类大脑分解和重组人的声音”这一登峰造极的技能。这里的“音弦”实际上是呼吸道里一对共同振动的膜（即声带），就好像是一对木制管乐器的簧片。气流在嘴唇、牙齿、舌头和喉咙后部受到障碍，发生或大或小的爆破而产生的声音，叫辅音。元音们之间的差别就好像小号与双簧管的差别。我们发出不同的元音，就好像一位小

号手通过弱音器的进出来改变占优势的正弦波以形成复合音。不同的元音在基频之上由不同的和声组成。当然，男性的基频要略低于女性和儿童的基频，但男性的元音听起来仍然类似女性的相同元音，这是和声模式的缘故。每一个元音都有其本身独特的频率纹理模式，就像条形码一样（又一次）。在语言研究中，这些条形码纹理被称为“共振峰”。

任何一种语言或语言的某一种方言，都有一个有限的元音表，其中的每一个元音都有自己的“共振峰”条形码。其他语言或语言中不同的口音，也都有不同的元音，好像是小号手将弱音器置于乐器内的某个位置一样，人们需要将口和舌头摆成某些中间的位置。理论上说元音们有一个连续的频谱。任何一种语言使用一个有用的集合，即从可用的连续的元音频谱中，挑选出的一组不连续的频谱“曲目”。不同的语言从这个频谱中选择不同的位点。比如法语tu和德语uber中的元音（大约介于oo和ee的发音之间）就不见于我所操的这种英语中。一种语言在可选的元音频谱内选择哪些标志性的位点并不重要，只要它们之间相隔足够远、可以避免出现模棱两可的发音。

辅音的故事更加复杂，不过，辅音也有类似的条形码频谱，各种语言从这些备选的辅音频谱中选择一个有限的子集。有些语言中使用的某些辅音，迥异于大多数语言中使用的辅音，比如有些南部非洲的语言具有的“咔嗒”声。辅音和元音的情况一样，不同的语言打包选取了不同的可选的“辅音曲目”。印度次大陆的好几种语言都有介于英语中d和t之间的辅音。法语单词comme中c的发音，也是介于英语中的c和g之间，而它的元音o则介于英文单词cod和cud的元音之间。舌头、嘴唇和嗓音，可以让元音和辅音产生几乎无限的样式。当这些条形码被按时间进行排列，构成音素、音节、词汇与句子，就几乎可以表达出无限的沟通内容。

更奇怪的是，声音可以交流的事物还包括形象、思想、感情、爱情和欣喜若狂等在内，济慈在诗中认真地涉及了这个主题：

我心疼痛，昏昏欲睡，麻木痛苦，

好像是饮过毒鸩，

又像是刚刚吞服过鸦片，

开始沉向冥府的忘川。

这并非我对你的福气有所妒嫉，

而是你的欢乐使我过度欣喜——

你这羽翼翩翩的树精，

位于山毛榉的绿叶与阴影，

在那歌声悠扬的地点，

你舒展了喉咙，歌唱着夏天。

大声朗诵这些诗歌，你的头脑中就会浮现各种画面，好像你真的坐在浓密的山毛榉绿荫下，陶醉于夜莺的歌声中。在某一种层面上，做出这些脑中画面的，都是一种空气压力波的花样，其丰富的内容首先被耳朵分解成正弦波，然后在大脑中重织组合，以重建想象和感情。更加不可思议的是，我们可以将这样的图形用数字方法分解成一长串数字编码，但仍然保留其能量，能够传达和萦绕我们的想象。当制造一张激光唱片（CD）的时候，比如灌录《马太受难曲》的光盘，其升升降降的压力波，包括所有的起承转合，都被进行间隔频繁的取样，译成了数码。从理论上讲，这些数码可以被打印成单调的白纸黑字0和1。但这些数字魔力犹存。如果重新转换成压力波，能让听者落泪。

济慈也许无意做字面的写实，但把夜莺的歌鸣比作毒品的想法却并非特别离谱。请想一想，这歌声在自然界中起着什么作用？自然选择已经将其塑造得多么完美！雄夜莺需要影响雌夜莺和其他雄夜莺的行为。一些鸟类学家认为，雄鸟的歌唱是在传递征婚信息："我是一只夜莺，拉丁学名*Luscinia megarhynchos*，性别男，有自己的地盘，正处于求偶期，春情勃发，期待一只雌鸟相伴，共筑爱巢。"是的，雄鸟的歌声中确实包含这些信息，因为相信这些是真话的雌鸟，将从中获得幸福。但我认为，从另外一个角度来看这一现象，可能更加生动：雄鸟的歌鸣并不是在告知雌鸟，而是在操纵雌鸟。它所造成的变化，庶几是雌鸟感知到的其大脑内部生理状态的直接变化。歌声，起着毒品的作用。

通过测量雌野鸽和雌金丝雀的性激素以及观察其行为，有实验证据表明：雄鸟的歌声直接影响雌鸟的性状态，其综合效果可以持续多日。雄金丝雀的歌声从雌金丝雀的耳朵进入大脑，产生的效果无异于"一个瘾君子通过毒品注射器获得的感觉"。当然，雄鸟的"毒品"进入雌鸟，不是通过皮下注射，而是通过雌鸟的耳朵，但两者的区别似乎并不显著。

如果你跟踪、观察在一只鸟的一生中，鸣声是如何发展的，你就会明白，认为雄鸟之歌是一种"听觉毒品"是颇有道理的。一只年轻雄鸟不断地自吟自唱，教自己练习如何唱歌：使试唱的片断歌声，不断地匹配其头脑中预先设定的一个样板，即什么鸟就该唱的那首什么歌，这是预先编程的一种

意念。有一些鸟类，如美国鸣雀，它的歌声样板早就被基因编程，输入到了大脑之中。而另一些鸟类，如白冠带鹀或欧洲花鸡，它们头脑中的样板是录自其他成年雄鸟的歌声，它们从幼年时起，就一直听别的成鸟歌唱。不管样板从何处而来，年轻的雄鸟总是在不断地练习唱歌，最终形成符合标准的模式。

至少，我们能够采用这样一种方式，来讨论一只年轻雄鸟在完善其歌声时，事实上发生了什么。但请用另外一种方式来思考：无论是为了向未来的配偶求爱，还是为了警告、排斥可能进入其领地的侵略者，鸟类鸣歌的设计目的在本质上是为了影响同类的神经系统。而年轻雄鸟本身就是这个物种的成员之一，它的大脑也是该物种的一颗典型的大脑。能够激起自己感情的歌声，也很可能能够有效地激起同类中一只年轻雌鸟的感情。我们可以不去谈一只年轻雄鸟是如何不懈地练习，以达到匹配头脑中样板歌声的要求，我们可以认为它是一只典型的某种鸟类中的雄鸟，力图尝试各种歌声片段，来观察它们是否能激起它自己的激情，也就是说，在它自己的身上试验毒品的效果。

把话说圆满：夜莺的歌声竟然会像毒品一样作用于约翰·济慈的神经系统，这也许并不令人感到奇怪。济慈不是一只夜莺，但他仍是一只脊椎动物。能对人发挥作用的毒品，大多就能对其他脊椎动物发挥作用。人工毒品是化学家在实验室中用比较粗糙的试错方法制造的产物，而自然选择则用生物的千秋万代，来改良它的制作音乐毒品的技术。

面对这样的相提并论，我们应该替济慈打抱不平、感到愤慨吗？我不认为济慈本人会愤慨，遑论柯尔律治哉？《夜莺颂》接受了毒品类比的暗示，展现出奇妙的真实。试图分析、解释人类的情感，并不是折辱人类的情感；就好比对于一位公正的法官，用三棱镜分解彩虹，并不会贬损彩虹的魅力。

在本章和前一章，我利用条形码作为精确分析的符号，全面地体现了其中的美。混合光被解析为组成其颜色的“彩虹”，人人都能见证其中的美丽。这是一种初步的分析。更进一步的研究揭示了精细的条带，让我们感受到一种精确雅致的美感，这是一种发现之美，一种带来秩序和理解的美。夫琅禾费的条形码告诉我们遥远天体的元素组成，那精确测定的线条模式就是来自许多光年之外的信息编码，它非常经济、有效地揭开了一颗恒星内部的秘密。这就是一种优雅。如果用通常方法去发现这颗恒星的这些信息，人们曾认为只能通过花费2000代人的时间，飞抵那颗恒星才能实现。在另一种尺度上当我们观察语言的共振峰条纹与音乐的和声条带，我们发现了一个相似的、同样优美的故事。树木年轮的条形码中，同样体现了这种精致的美：美洲红杉的年轮，跨越了悠远年代，告诉我们，公元前的某一年，这株大树从一颗种子开始萌发；告诉我们它生长的各年份的气候状

况（因为直接赋予年轮特征性宽度的因素是气候）。就如同夫琅禾费谱线穿过遥远的宇宙空间，传来宇宙的信号，让我们视通亿兆；红杉的年轮穿过了悠悠岁月，传递给我们古老时代的消息，让我们思接千载。这又是一种灵巧的秩序。事实上，精确分析这些看起来微不足道的信息，我们可以知晓如此丰富的东西，正是这种能力，让这些解析变得这样美丽。同样，我们的谈话和音乐的声波（空中的条形码）也具有美丽的内涵，也许甚至更加具有戏剧性。

最近，我们大量地听到人们谈论另外一种条形码：DNA指纹——血液中的条形码。DNA条形码可以揭示和重建人类事件的细节，而人们原本认为“即使是大神探”也永远不会侦测到这些事实。迄今为止，DNA指纹的主要应用是在法庭上，关于法庭，以及科学态度对法庭所大有之裨益，让我们且听下回分解。

第五章 法庭中的条形码

> 你们律法师也有祸了！因为你们把难担的担子放在人身上，自己却一个指头都不肯动……你们律法师有祸了！因为你们夺去了知识的钥匙，却不但自己不进去，而且还要阻拦正要进去的人。

——《圣经·路加福音贰II》

从表面上看，法律和诗歌或科学的奇妙之间，相距十万八千里。正义、公平这些抽象理念之中，也许存在诗歌之美，但我怀疑它是否曾感动过许多律师。不过，本章的主题并不在于此。我将审视一个科学在法律中发挥作用的例子，以此观察科学的另一方面，以及科学对社会的重要作用，体会“理解科学”可以成为“好公民”的一种重要素质。在法庭上，人们日益要求陪审团去理解“即使律师们自己可能也没有完全理解的证据”。我们将DNA视为血液中的条形码，解析DNA就是一个极好的例子，这是本章所要讨论的主题。但是，这其中重要的不仅仅是科学家能提供DNA的事实，更重要的是其表面之下的概率论与统计学；我们应该学会的是进行科学推理的方法。这些事项，已经超越了DNA证据的狭小主题。

可靠的权威告诉我，在美国，辩护律师有时以陪审员候选人“受过科学教育”为理由，拒绝他们参加审判。这是什么意思呢？我不想质疑律师们拒绝某些具体的陪审员的权利。有的陪审员可能会对被告的种族或阶层持有偏见。人们显然不愿意让一位狂热憎恶同性恋的陪审员，来裁定一件针对同性恋的暴力案件。基于这种理由，某些国家的辩护律师被授权可以盘问候选陪审员，然后将他们从名单上删除。在美国，律师可以公然地吹嘘他们选择陪审团的标准。一位同事曾对我说，有一次他受到提名，候选进入某陪审团，参与一件人身伤害的诉讼案。律师问他们：“在场的诸位，对于给我的当事人一大笔钱，比如说几百万，有困难吗？”

律师还可以不出具理由而取消一名陪审员的资格，这种做法虽然可能不无道理，但我所目睹的唯一一次实践却是失败的。当时，我是24名陪审团候选人中的一名，只有12人能最终进入陪审团。我已经参加过这个陪审团的两次案件审理，因此知道每个人的怪癖。其中一位个性男士是彻底的铁面派，根本不考虑案件的实情，总是主张对嫌疑人一律严办，于是辩护律师挥一挥衣袖，将他踢出了陪审团。下一位是胖胖的中年妇女，她的性格恰恰相反，天生多愁善感，纯粹是送给辩方的大礼包，但她的外表可能让辩方律师发生了错判，于是辩方律师针对她行使了否决权。我永远忘不了，随着律师大手一挥，把她逐出陪审员室，她的脸上那副受伤的表情。博学

多才的辩方律师不知道——这位女士本可以成为他（潜伏在陪审团中）的秘密武器！

不过，我要重复一下令人惊讶的事实：大家知道，美国律师用“拟议的陪审员受过良好的科学教育，懂得遗传学或概率论”这种理由来否定候选的陪审员。这是怎么回事？难道遗传学家以对某些社会群体怀有深刻偏见而著称吗？难道数学家特别偏爱“抽死、吊死……”之类的话吗？当然不是，从来没有人这样说过。

律师们的反对，出发点相当卑鄙。现在，有一类新证据——来自DNA指纹的证据，越来越多地呈献到刑事法庭上，它的证明力非常强大。如果当事人是无辜的，DNA证据就能一锤定音，完全证明他无罪。反之，如果当事人有罪，DNA证据就极有可能在其他证据无能为力的情况下，证明他所犯的罪行。但是DNA证据，在时运最佳的时候，也很不容易让人们理解。而它本身那些存在争议的部分，就更加令人难以理解。在这种情况下，你可能会认为，一位诚实的、只想伸张正义的律师，总是欢迎能够抓住要点的陪审员。如果能有一两位陪审员站出来，矫正其同事的困惑与无知，难道不是一件好事？如果一名律师，希望陪审员跟不上双方律师对案子的控辩，那他是一名什么样的律师？

答案是：这是一位看重打赢官司而非伸张正义的律师，一名口是心非的讼棍。但是，实际情况似乎是：无论是控方律师还是辩方律师，都经常由于个别陪审员接受过科学教育而排除他们。

法庭总是需要确认某个人的身份。比如，人们所看到的匆忙逃离现场的人，是理查德·道金斯吗？遗留在罪案现场的帽子，是他的帽子吗？凶器上的指纹是他的吗？确认这些问题中的任何一项，都不能完全证明他有罪，但当然肯定构成应该纳入考虑的一个重要因素。我们大多数人，包括大多数律师和陪审员，都有一种直觉，认为目击者看到的事实总是特别值得信赖。在这一点上，我们几乎肯定是错的，不过这个错误尚可原谅。“目击证据最为可靠”这种观念，可能来自我们上万年计的进化史——眼见为实，已经深深扎根在我们的脑海。如果我看到一个戴红毛线帽的人爬上了一根排水管，你以后得大费口舌才能说服我他实际上戴的是一顶蓝色贝雷帽。我们直觉产生的偏见就是这样强大，以至于目击证词往往胜过其他各类证据。可是，无数研究表明，无论目击者多么确信其证词、多么真诚和充满善意，但记忆确实常常出现差错，甚至记错明显的细节，比如衣服的颜色、袭击者人数等等。

当个体识别非常重要的时候，比如设想一名妇女被强奸了，警察通知她来辨认伤害她的嫌疑人，法庭会安排一种基本的基于统计学的测试，被称为“排队辨认”。测试中警察把受害妇女带到一排男子面前，其中只有一位

是由其他证据推断的嫌疑犯，而其他人要么是从大街上临时拉来的，要么是业余演员或便衣警察。如果受害者挑出的是假扮的嫌疑人，她的证词就会大打折扣。反之，如果她挑出的是那个已被警察怀疑的人，她的证词就会被认真对待。

警察们这样做很正当，特别是当“排队辨认”的人数足够多的时候。我们的统计学常识，都足以让我们理解其中的道理。警察事先的怀疑也应该被开放质疑，否则就没必要寻求被害女子的证词了。受害者的辨认同警察独立获得的证据达成一致，才是办案人员所看重的。如果“排队辨认”队列中只有两名男子，那么“目击者指出警察已经怀疑之疑犯”的可能性就是50%——即使她是随意指的，或者她认错了。因为警察本身也可能弄错，所以这样做有很大风险“造成冤狱”。但如果队列中有20名男子，那么受害者就只有1/20的可能性（因猜测或错认）指出警察已经怀疑的犯罪嫌疑人。在这种情况下，如果她的指认和警察先前的怀疑相一致，就很可能真的具有一些意义。这里所做的就是评估巧合的概率，或者评估发生某一纯粹偶然事件的概率。当排队辨认的队列扩大到100名，发生“无意义之巧合”的可能性就更小了，因为一百分之一的认错人的概率，显然大大低于二十分之一的认错人的概率。队列排得越长，最后的认定就越可靠。

我们还有一种直觉——安排在队列中的跑龙套的“演员”的模样，一定不能与疑犯差别太大。如果受害妇女原本已告诉警察，说袭击她的人长着小胡子，而碰巧警察也逮捕了一名留小胡子的犯罪嫌疑人，那么将他排在19名脸刮得光光的男人当中，辨认结果显然是不公正的。与其这样，还不如干脆就留他一个人接受辨认算了。即使受害妇女没有讲出侵害者的外貌，但如果警察恰好此时逮捕了一位穿皮夹克的朋克（punk），然后把他置于一长排西服笔挺、拿着折叠伞的会计师当中，那显然也是个错误。在多种族国家中，这样的做法更具有危险性。大家都明白，不能把一名黑人疑犯安排到一列白人当中，反过来也一样。

当我们考虑如何去辨认一个人的时候，首先跃入脑海的就是——他的脸部。我们特别善于识别人脸，我们大脑中的某一区域已经进化成为“专门负责识别人脸”的区域，如果这一部分大脑受到损坏，我们会失去识别人脸的能力，但对其他形象的识别能力却完好无损。无论如何，脸部非常适于识别，因为大家的脸千差万别。除了同卵双胞胎这种著名的例外，你很难找到两张难以分辨的脸。当然，我们知道，演员通过化装，可以扮演某一个人，所以一些独裁者往往雇用一些替身，在他们工作太繁忙的时候替他们亮相，甚至替他们挨刺客的子弹。据说，一些有个人魅力的领导人，之所以经常留一撮小胡子，原因之一是为了便于替身逼真地模仿他们（如希特勒、斯大林、佛朗哥、萨达姆·侯赛因，以及英国的奥斯瓦德·莫斯利）。墨索里尼剃光头据说也是出于同样的目的。

除了同卵双胞胎之外，普通近亲属有时也足以搞晕不熟悉他们的人。有一个不幸的例子：我们学院的前院长斯普纳博士，有一次叫住一位本科生说："我总是想不起来，死于战争的，究竟是你还是你哥哥？"就像大多数滑稽轶事一样，这个故事可能不是真的。不过，兄弟姐妹之间，父母与子女之间，还有祖父母与孙子孙女之间的相像，提醒了我们：在没有血缘关系的人群之中，存在着巨大的各种相貌的储库。

但人脸只是一个特例。我们之所以能被别人认出来，是因为我们整体都分布了各种特性，只要接受一定的训练，就能利用这些特性来确定每一个具体的人。我的一位校友声称，他只要听一听脚步声，就可以确定来者是我们这幢住宅楼里80多位居民中的哪一位，我的现场调查果然证明他没有打诳语。我还有另一位来自瑞士的朋友号称，只要她走进一个房间，用鼻子一闻，就能说出她那个圈子里的哪一位熟人刚刚离开这里。这并不是因为她的同事不洗澡而身带异味，而是因为她的嗅觉特别灵敏。这在理论上是可能的，侧面的支持证据是警犬只要闻一下气味就能立刻分辨出两个人的不同。当然也有例外，那就是碰上同卵双胞胎的情况。据我所知，目前警察还没有使用下面这一技术，但我敢打赌，如果你想用警犬来寻找的被诱拐者是男性双胞胎之一，只要给它闻一闻失踪者同卵双胞胎兄弟的东西就可以了。也许今后会发明一种方法，用一群警犬组成评委会，就能决定确认父子关系的案件。

声音和面貌一样，也具有特征。许多研究小组正在试验电脑声音识别系统，期望能够实现可靠的识别。也许我们在不远的将来，可以扔掉门钥匙，依靠一台由声音控制的电脑，就可以让大门遵从我们的"芝麻开门"的指令，那将是一件多么美好的事情！笔迹具有足够的个性，因此人们用手写签名来作为银行支票和重要法律文件的身份认证。事实上签名很容易被模仿，所以并不特别安全，但笔迹的可辨认性仍然令人惊叹。而未来最有希望的"新签名"就是眼睛的虹膜。现在至少已经有一家银行，开始使用自动虹膜扫描仪来确定顾客的身份。顾客站在一台照相机前，眼睛直对镜头，电脑将眼睛的图像数字化，变为"一个256字节的个人条形码"。不过，所有这些确定人身份的手段，其潜力都不能媲美被正确使用的DNA鉴定。

毫不奇怪，警犬可以闻出任何两个人的区别（同卵双胞胎除外），因为我们的汗液里有一种复杂的蛋白质混合物，而所有蛋白质之细微特征都取决于由我们的DNA指令，也就是我们的基因。笔迹和面孔会随着年龄而自然平滑地变化，而基因与它们不同，基因是数字编码，就像电脑中用的编码一样。除了双胞胎的特例以外，我们同所有其他人基因的区别，表现为离散的、不连续的各个方面，这些方面构成的实际数字，如果你有耐心的话，甚至能够数得过来。我体内每个细胞中的DNA都同我体内任何其他细

胞中的DNA一样（除了一些极小的差别，并且要排除已经丧失了所有DNA的血红细胞，以及只包含我的体细胞基因中随机一半基因的生殖细胞）。它们和你体内细胞的DNA不同，这种差异是我们都有的几十亿个DNA的精确的位点的差异，而不是模糊的、印象性的差异。

分子遗传学中，数字革命的重要性再怎么夸也不过分！在1953年沃森和克里克划时代地宣布DNA结构之前，人们仍然可能认同查尔斯·辛格（Charles Singer）于1931年出版的权威的《生物学简史》（*A Short History of Biology*）中的结论：

> 尽管有人从反面进行解读，但基因学说并不是一个“机械论者”的理论。基因作为一种化学或物理的实体，并不比细胞或生物体本身更难领会。尽管基因学说也像原子论使用原子这个术语一样使用基因这个词，但必须记住，这两种理论有一个根本的区别：原子是独立存在的，质量可以被测出来。原子甚至可以被分离出来，虽然我们看不到它，但我们可以在各种情况下或各种化学反应中，和原子打交道。我们能够和原子们单独地打交道。但基因却不然，它只是作为染色体的一部分存在，而染色体又仅仅作为细胞的一部分而存在。如果我需要一个活着的染色体，也就是说具有功能的那种染色体，并没有人能够将其剥离开其生活的环境，拿给我这一染色体，就好像没有人能拿给我一只活的胳膊或者活的腿。功能相关性原则适用于基因和身体的任何器官，它们只能在与其他器官的相互关系中存在和发挥作用。这样，最新的生物学理论又把我们带回了起点——有一种所谓的生命或精神的力量存在，它不仅自成一类，而且在所有表现及每一种表现中，都是独特的。

这些话真是戏剧性地大错特错，而且错得不能再错。这个问题真的十分重要！随着沃森和克里克引起的革命，我们认识到，一个基因是可以被分离出来的。它可以被纯化、装瓶、结晶，作为数字编码的信息读取出来、印在纸上、输入电脑；或者重新在一支试管中读取出来，然后移植到一个活生物体中，这个基因仍然会像以前一样有效地工作。“人类基因组计划”的目标是测出人类基因组中所有基因的序列，这项宏伟工程可能在2005年完成。届时，整个基因组将很方便地装进两张标准CD-ROM光盘中，剩余的光盘空间还足以容纳一部《分子胚胎学》教科书的内容。然后把这两张光盘发射到太空中，从此地球人类就不怕灭绝了，因为我们知道，在将来的某个时间，一个遥远的、足够先进的文明，将有可能使人类复活。不过，还是让我们先回到地球上来。因为DNA从根本上讲是数字化的——可以很精确地数出个体之间、种群之间的种种不同（而不是依靠模糊的、印象性地量出来），所以DNA指纹的潜在功能非常强大、雄辩。

我自信地主张每个人的DNA都具有独特性，但即使这种独特性，也仍然只是一个统计性的判断。有性生殖的乐透彩在理论上有可能碰巧两次掷出同样的遗传序列，有可能明天就诞生和牛顿基因完全一样的婴儿。但是，实际要做到这一点，则需要生下来的婴儿的数量，超过宇宙中原子的数量。

与我们的音容笑貌和笔迹不同，我们大多数细胞中的DNA从婴儿时代到耄耋老龄，都不会改变，教育或整容也无力改变它们。我们的DNA文本中包含巨量的信息，我们可以精确地量化可期待的兄弟或第一代堂表兄弟和第二代堂表兄弟在信息数量上的相同，或者与不相干的人的差别。它使得DNA非常有用，不仅可以用来区别每一个人，以及把人与血液或精液所提供的线索匹配，而且可以确立亲子关系或其他遗传性亲缘关系。按照英国法律，能够证明自己父母是英国公民的人士，可以移民到英国，有许多来自印度次大陆的儿童曾被移民局官员拦住。在DNA指纹鉴定出现之前，这些不幸的孩子往往不能证明自己的身世。而现在就容易了，只要从那些推定是他们父母的人身上采一点血样，和孩子身上对应的特定基因进行匹配，就能得出确定的结论，没有疑点、也没有模糊，不需要追加任何另外的定性判断。现今，某些年轻人就是通过DNA检测技术才获得了英国的公民权。

一种类似的方法已被用于确定（俄罗斯）叶卡特琳堡发现的一些骨骸的身份。这些骨骸被怀疑是遇害的沙皇家庭成员。已知菲利普王子（爱丁堡公爵）与罗曼诺夫家族有确切的亲缘关系，王子慷慨地提供了血样，这才让人们有可能确认这些骨骸的确是沙皇家庭的遗骨。还有一个更恐怖的例子。人们怀疑在南美发掘的一具骨骸是臭名昭著的纳粹战犯、人称“死亡天使”的约瑟夫·门格勒（Josef Mengele）。从骨骸中提取的DNA同门格勒还活在世上的儿子的血样进行了比较，确认了他的真实身份。用同样的方法，最近还证实了从柏林挖出的一具骨骸是希特勒的助手马丁·博尔曼（Martin Bormann），他的失踪曾引起无数传说和谣言，以及全世界逾6000例“目击”马丁·博尔曼的报告。

尽管名字叫“指纹”，但作为数字信息的我们的DNA，事实上比我们的指纹涡旋模式更具有个性特征。“指纹”这个名字是恰当的，因为DNA和真的指纹一样，往往会在一个人离开作案现场时无意间遗留下来，它可以提取自地毯上的一小块血痕、被强暴的妇女体内残留的精液、手绢上干燥板结的鼻涕、衣服上的汗迹，甚至提取自几根毛发。然后就可以比较样品中的DNA和疑犯血液的DNA。利用DNA指纹技术，几乎可以将样品是否属于某一人的判定，提高到任何期望的概率水平。

那么，障碍是什么呢？DNA证据为什么这么具有争议性？这些重要证据怎么会让律师拿来迷惑陪审团，使他们误判或忽视这些证据呢？为什么有的法庭要拼命地否定DNA证据？

这里面，潜在的问题有三大类。一类是简单的，一类是复杂的，还有一类是愚蠢的。我以后再谈愚蠢的问题和复杂的问题。首先，就像任何其他证据一样，DNA证据也可能出现简单但关键的人为错误。所谓“可能”，是因为有各种各样的机会，有些的确是出错了，有些却是故意毁灭证据。比如一管血样可能被贴错了标签——可能是疏忽大意，也可能是蓄意造假。从作案现场取的样本，也可能被取样员或警察的汗水所玷污，当使用PCR技术（聚合酶链反应）扩增样品中的DNA时，由这种污染而引发的、出差错的危险，就会特别巨大。

很容易理解，为什么有时候要做PCR扩增。枪托上的一小块汗迹包含着宝贵的少量DNA证据。现代检测仪器尽管对DNA很灵敏，但仍需要达到某个最低值，才能进行检测。1983年，美国生物化学家穆利斯（Kary B.Mullis）发明的PCR技术，引人注目地研究出了解决方案。PCR技术采用可用的少量DNA，可以产生千百万份的拷贝，不论是什么序列都可以不停地扩增、再扩增。但是，随着DNA的每次复制，错误信息和真实信息一起倍增。来自技术员汗水的DNA污染和罪案现场提取的DNA将同样被有效地扩增，结果显然有可能造成冤假错案。

可是，人为错误并不仅发生在DNA证据之中，其他各种证据也都可能遭到有意的或无意的破坏，处理它们必须一丝不苟。常规指纹库中的信息有可能贴错标签；接触过杀人凶器的，既可能是杀人犯，也有可能是无关人士，他们的指纹要和嫌犯的指纹被一同采集回来，然后进行排除。法院早已习惯于采取种种适当措施，预防错误的发生，但可悲的是，冤假错案仍然时有发生。DNA证据当然会受人为破坏的影响，但它也不像想象中的那样脆弱（除非发生上述的PCR扩增差错）。因为偶然差错而放弃所有DNA证据，显然是因噎废食，这种先例一开，将打倒大多数其他类型的证据。我们一定要相信，人们能发展出严密的操作规程和预防措施，来防止在列举各种法律证据时发生人为差错。

需要大费笔墨，才能解释困扰DNA证据的更为复杂的难题。但这些困难，其实在传统类型的证据中也有先例可查，虽然这一点在法庭上常常得不到理解。

在确定任何一种证据的时候，都有可能产生两种类型的错误——对应统计证据中的两种错误。在另外一章，我们把它们称为1型错误和2型错误，或许更易懂的是把它们称为取伪错误（假阳性、误报）和弃真错误（假阴性、漏报）。罪犯可能由于没有被认出来而逃脱法网——这是弃真错误。无辜群众，由于倒霉，碰巧长得像真正的罪犯而被起诉——这是取伪错误。大多数人都会认为，这种“冤枉好人”才是最危险的错误。在一个由平常的目击证据认定案犯的案子中，如果一名无辜路人碰巧模样有点儿像真正的作案人，结果被逮捕了——这就是取伪错误。为了尽量防止这种错

误，警察会安排一次“排队辨认”，误判的可能性与队列人数的多少成反比，即队列人数越多，就越不容易冤枉好人。但是，我们前面讨论过，当队列中不公正地安排了19个刮过脸的男子，认错人的可能性就大大增加了。

就DNA证据而言，发生取伪错误的危险在理论上的确非常低。假设我们从疑犯身上取来了一个血样、从犯罪现场采集到一个样本，如果能够写下这两组取样中的全部基因，那么发生冤案的可能性将只有千百亿分之一。除了同卵双胞胎，任何两个人的DNA序列都不可能相同。但不幸的是，要测出一个人的全部DNA序列，目前仍不现实。即使完成人类基因组计划之后，仍然不可能通过与此等效的方法来破获每一起案件。实际上，法医研究的仅仅是基因组中容易把人们区分开的一小部分DNA序列。于是，我们现在担心的就是：虽然我们观察整个基因组，能够排除误判的错误，但是鉴于我们只有时间分析一小段DNA序列，于是就有可能出现这样的危险——有两个人的这部分序列是完全相同的！

基因组任何具体部分，发生这种情况的概率都是可测量的；然后，我们就可以判断，这是否在可接受的危险范围之内。我们分析的DNA片段越长，出错的概率就越低。就好像前面说过的排队辨认罪犯，队列越长，判断的准确性就越高。两者的区别在于：为了媲美DNA证据，辨认队列应该包括的人数不是几十，而是上万、几百万甚至几十亿。除了这一种数量上的区别，我仍可以继续使用“排队辨认”的类比。我们将看到，在DNA证据中，有一种情况很像“在一队脸刮得光光的男人当中插入一名‘小胡子’”。在讨论这个问题之前，我们首先需要了解一些DNA指纹的基础知识。

显然，我们取样分析疑犯和现场标本的同一段DNA，而之所以选择这一部分基因，是因为它们在人群中的差别很大。达尔文主义者会注意到：那些不变的部分，往往在物种的生存中起着关键作用。这些重要基因中的任何重大变化，都可能导致其宿主死亡，而（变化本身）从种群中消灭无遗——这就是达尔文式自然淘汰。而基因组的某些其他部分非常多变，也许是因为它们对生存的意义不大。但这并非全部的故事。事实上，某些有用基因也相当多变。发生这种事的原因很有争议。这样说有点离题……但是，生活压力这么大，如果我们没有离题发挥的自由，那生活得是什么样啊？

中性学派（由日本著名遗传学家木村资生建立）认为有用基因可以以不同的形式，发挥相同的功能。这其中明显的意思是：不是说它们没有用，只是这些不同的形式发挥的功能一样好。你可以认为，基因是在用文字书写其处方，那么不同形式的基因就可以被认为是它用不同的字体写出的同样内容的处方：表达的意思相同，处方的结果自然也一样。这些基因改变（即“突变”）不会造成什么不同的结果，因此也就不能被自然选择所“看

见”。从它们对物种的生存造不成什么差别来看，它们根本就不能叫作突变。结果是：种群就在这样的一个位点（染色体上的位置）积累下来了大量的变异。但在法医科学家看来，这却是潜在的有用突变，这些多样性，原则上可以用于分析DNA指纹。

另一种变异理论，与木村资生的中性学说相反，认为基因的不同版本发挥不同的作用，它们并非平白无故地被自然选择同时保留在了种群之内，而是有某些特别的理由。比如，一种血液蛋白可能有两种备选形式α和β，分别容易感染两种传染病：阿尔法病（alfluenza）和贝塔病（betaccosis），而均对另一种病免疫。通常，一种传染病需要人群中有足够密度的易感对象，否则就不可能流行。α型蛋白占主导地位的人群，将经常流行阿尔法病，而不是贝塔病，所以自然选择有利于对阿尔法病免疫的β型。但如果这种有利局面走得过头，以至于β型蛋白在人群中占优势，局面就会完全颠倒过来：现在流行的成了贝塔病而不是阿尔法病，于是自然选择又开始偏爱对贝塔病免疫的α型蛋白。就这样，人群中的流行病将在α型主导与β型主导之间摇摆不定，或者稳定在一个两者混合的中间位置，达成一种动态平衡。无论是哪种情况，我们都可以看到所关注的这一基因位点有很多变异，这对于检查DNA指纹的人来说是一则好消息。这种现象被称作“频率依赖性选择”，是对人群中高水平的遗传性变异的解释之一。还有其他的解释。

但是，就法医鉴定的目的而言，重要的只是基因组中有些部分是不同的；而关于基因组有用的部分是否会变化的争论，最后的认定结果是什么，则并不重要。无论如何，基因组中总有许多其他区域根本就没有被读取过，或从来没有被翻译成它们所对应的蛋白质。我们基因中的确有比例惊人的部分，看起来什么都不做。它们因此可以自由变化，这让它们成为绝好的DNA指纹材料。

似乎是要证实很大一部分DNA存在是没有意义的这一事实，不同物种细胞的DNA绝对数量差异十分巨大。因为DNA信息是数字化的，所以我们可以用与计量电脑信息同样的单位来计量它。只要一点信息，就足以详细说明一个是/非的决定：1或0、真或假。我现在写作用的电脑内存是256兆（32位。而我的第一台电脑是一只大箱子，但内存只有这一台的五千分之一）。在DNA中，与此对应的基本单位是核苷酸碱基。因为有四种碱基存在，所以每个碱基中的信息量相当于2比特。肠道内的常见细菌——大肠杆菌（*Eschericha coli*）的基因组有400万个核苷酸，相当于8兆的信息，而冠毛蝾螈（*Triturus cristatus*）有400亿兆。大肠杆菌和冠毛蝾螈的DNA差5000倍，大约相当于我的第一台电脑与现在的电脑之间的差别。我们人类有30亿个核苷酸，或者说有60亿兆的信息，这差不多是细菌的750倍（足以让我们自命不凡）。但是什么导致冠毛蝾螈DNA高人类6倍呢？

一般我们认为基因组的大小与它的实际作用不成正比。大概相当多的冠毛蝾螈DNA根本就没有任何意义。事实也是这样的。另一个事实是我们的大多数DNA也没有实现任何具体的功能。我们从其他方面得到的证据指出，人类基因组的30亿个核苷酸中，大约只有2%用来编码蛋白质合成，其余的常被称为垃圾DNA[注]。大概是因为冠毛蝾螈体内有更高比例的垃圾DNA，而其他蝾螈的垃圾DNA则没有这么多。

未发挥作用的冗余DNA可归入各种各样的范畴。它们中有一些看起来像是真的基因信息，也许它们代表着古老的、已经不再使用的基因，或者那些仍在使用之基因的已经过时的版本。如果这些假基因是被读取和翻译的，它们就合理了。但是，它们并没有被读取和翻译。这就好比我们电脑的硬盘中，也常有一些在工作过程中产生的废旧的垃圾文件、临时性操作信息等。电脑使用者看不到这些信息，是因为电脑显示出来的只是硬盘中需要我们知道的那些内容。但如果你认真地、一个字节一个字节地读出硬盘中的实际内容，你就会看到这些垃圾碎片，并且它们的大部分还都有些意义。也许现在本章中很多不连续的片段就分散在我的硬盘中，虽然电脑告诉我只有一份“正式”拷贝（以及一个谨慎的备份）。

除了那些可读但未读的无用DNA，还有大量不可解读的或者解读了也没有任何意义的无用DNA，其中有大量是没有意义的重复，也许是一个碱基的重复，也许是两个碱基的交替重复，或者是更复杂形式的重复。和其他类型的垃圾DNA不同，我们不能视这些“串联重复”为有用基因过时的拷贝。这种重复的DNA从未被解码，所以很可能从未被使用过，从未对动物的生存发挥过任何作用。正像我在另一本书中谈到的，从自私的基因之观点出发，我们可以说，任何种类的垃圾DNA，只要持续存在并且制造自己更多的拷贝，那么它对自己本身而言总是“有用”的。这种意见已经通过“自私的DNA”这一响亮的口号变得深得人心，不过还有一点儿遗憾，因为按照我的本意，起作用的DNA也是自私的。因为这一原因，一些人已经开始称垃圾DNA为“超级自私的DNA”。

无论原因是什么，垃圾DNA就在那里，而且数量非常庞大。它们因为没有被使用，所以可以自由变化。而有用的基因（正如我们所看见）则受到严格限制，无法自由变化。在大多数情况下，发生变化（突变）会降低基因效力，促成动物死亡，这种突变也就无法传承下去了。这，就是达尔文自然淘汰的核心。但垃圾DNA中的变异（主要表现为某一特定区域的重复数量的）则并不被自然选择注意到。于是，在调查人群的时候，我们发现对DNA指纹分析有用的变化，大多数位于无用的区段。我们将看到，串联重复序列特别有用，因为它们表现为重复次数的变化，这是一个容易检测的显著特征。

如果不是因为这一点，法医遗传学家将需要检查DNA取样区段内碱基的确切排序。这能够做到，但是DNA测序很费时间。而多亏了这种串联重复序列，让我们可以利用一条巧妙的捷径。其发现者是莱斯特大学的亚历克·杰弗里斯（Alec Jeffreys），他因此被称为“DNA指纹之父”（现在已被封为亚历克爵士）。不同的人在特定区段有不同数量的串联重复序列。在基因组中的特定区域，我的一段“无用”DNA的序列可能有147次重复，而你在相应区域的重复则可能是84次。在另一区域，我的特定的“无用”DNA重复序列数为24，而你的为38。我们每个人都拥有一组数字构成的独特DNA指纹。指纹中的每一个数字，都是在我们基因组中特定“无用”DNA中重复序列的重复数。

我们从父母那儿获得串联重复序列。每个人都有46条染色体，其中23条来自父亲，而与之配对的23条染色体来自母亲。这些染色体完整携带着串联重复序列。你父亲从你祖父母那里得到46条染色体，但他并没有把它们完全地遗传给你。来自他母亲的每一条染色体都与来自他父亲的对应物排在一起，并且交叉互换一部分，这样形成的“复合”染色体进入精子，后来制造了你。每一颗精子和卵子都是独一无二的，因为它是母系和父系染色体的混合体。这个融合过程，会影响到染色体中串联重复序列的区域以及有意义部分。所以，我们的串联重复数量的特征是遗传的，和我们眼睛的颜色和头发的卷曲是遗传一样。

区别在于，我们眼睛的颜色来自我们父母双方基因的某种共同作用，但我们的串联重复数则是染色体自身的属性，因此我们能够分别测出属于父系和母系染色体的串联重复数。在任何一个特定的串联重复区域，我们每个人都有两个读数：一个源自父系染色体的重复数和一个源自母系染色体的重复数。串联重复数时常因染色体的突变而发生随机变化，或者有时一个特定的串联重复区域可能因染色体的交叉互换而被分开，这就是在种群中存在串联重复数目变异的原因。串联重复数的优势在于很容易被检测，因此，你无须纠结编码DNA碱基序列的细节，你可以做到类似“称量”它们。或用另一种同样贴切的比喻，你可以像用棱镜分解出彩色光带一样，把它们分开。下面，我就介绍这种方法。

首先，你需要做一些准备。你要制备一个所谓的DNA探针，它是完全匹配所研究之无意义序列的一段DNA序列——差不多有20个核苷酸碱基的长度，这在今天已不难办到，有几种制备方法。你甚至可以购买一台现成的专门制备短链DNA序列的仪器，用于制备任何规格的DNA小片段，非常方便，就好像你可以购买一个键盘，在纸带上打印出任何你想要的字符串一样方便。通过给这台合成仪器提供带放射性的原材料，你可以让制备的DNA探针本身带上放射性，相当于给它贴上了“标记”。这可以让你在以后很容易再次找到这些探针——因为自然的DNA不具有放射性，所以可以很

容易地区分彼此。

做这项测试的工具是放射性探针，在进行杰弗里斯指纹图谱实验之前，必须准备好这种探针。另一个必备的工具是“限制性内切酶”。“限制性内切酶”是一类专门切断DNA的化学工具（“剪刀”），但它们只在某些特定的位置切断DNA。例如，一种限制性内切酶可以搜索一条染色体，直到发现其特定序列GAATTC，然后将DNA从此处切断；另一种限制性内切酶则专门搜索GCGGCCGC序列，并在此处切断DNA。（A、T、C、G是DNA字母表中的4个字母，地球上所有物种的所有基因的差别，在于由这4个字母排列的不同组合。）分子生物学家的工具箱里，有许多限制性内切酶，它们来自细菌，曾被它们自己当作防御工具。每一种限制性内切酶都有自己独特的目标序列，搜索到之后就接近目标，将其切开。

现在，关键就是挑选一种限制性内切酶，它的酶切位点不在我们感兴趣的串联重复序列中。整条DNA长链于是被限制性内切酶切割成短片段。当然，并不是所有的条带都含有我们所寻找的串联重复序列。其他各种DNA序列，也正好以限制性内切酶这种“剪刀”所搜寻的酶切位点为界。但其中有一些会包含串联重复序列，而被“剪开”的每条序列的长度，将主要取决于其中的串联重复序列的数量。如果我的某个特定的无意义DNA片段的串联重复序列数目是147，而你的只是83，那么我的这些酶切片段将相应地长于你的酶切片段。

凝胶电泳技术在分子生物学中已经使用了很久，它可以检测这些特征片段的长度。很像牛顿用三棱镜分解白光，这项分子生物学技术可以分开DNA片段。标准的“DNA棱镜”是一根凝胶电泳柱——装满果冻状凝胶的长管，可通电流。把所有酶切DNA片段的混合溶液放在管子的一端，这些凝胶中的DNA片段会因电流的吸引而在凝胶中稳步移向圆柱管子的另一端（负极），它们的移动速度各不相同，就好比振动频率低的光通过玻璃时一样，短的DNA片段移动速度快于长片段。如果你在一段适当的间隔后切断电流，这些不同长度的片段就会沿着凝胶柱分布，就像牛顿的彩色光谱会分散开是因为受到玻璃的阻挡，处于光谱蓝色端的光，速度被减慢的程度甚于处于红色端的光。

但我们目前还不能观察到这些片段。凝胶柱看起来没有任何变化，没有显示出潜藏在凝胶中的不同部位的不同长度的DNA片段，也无法显示哪些条带包含哪些各种各样的串联重复序列。我们怎么才能让它们显现呢？这就需要用到放射性探针了。

要让这些DNA片段显现，你可以使用另一项精妙技术——DNA印迹技术（或称为Southern杂交技术）。这一技术以其发明者爱德华·萨瑟恩（Edward Southern）的名字命名。这里容易把人搞糊涂，因为分子生物

学中还有叫作Northern印迹法和蛋白免疫印迹法（Western印迹）的技术，但却没有相应的诺瑟恩先生或韦西恩先生[注]。首先将凝胶从柱中取出铺到杂交膜上，凝胶中包括DNA片段的液体就会渗透到杂交膜上，而杂交膜事先吸附了很多针对我们感兴趣的串联重复序列的放射性DNA探针。探针分子沿杂交膜排列，按照DNA碱基对配对原则，与对应的串联重复序列精确地配对，未配对的探针分子则被冲洗掉。现在，留在杂交膜上的探针分子，就是与从凝胶中渗出的含串联重复序列的片段精确配对的探针分子。杂交膜被放在一张X射线胶片上曝光并被放射性所标记，得到的就是一组黑色条带——另一种“条形码”。条带的位置对应着相应DNA片段的长度和在凝胶中所经过的距离，也标示着串联重复的次数。我们最终看到的DNA印迹条带就是确定一个特定的人的DNA指纹，这就好比夫琅禾费谱线是星体的“指纹”、共振峰谱线是元音的“指纹”一样。的确，血液中的DNA指纹特征图谱，看起来很像夫琅禾费谱线和共振峰谱线。

DNA指纹技术的细节相当复杂，我不会深入地探讨下去。比如，一种方法是用很多探针同时与DNA配对，结果就同时得到很多条带。极端的例子是这些条带互相混杂，你只能得到一个包括所有长度的片段在内的一大团拖带，它们虽然代表了基因组的某些区域，但却无法区分开来。而另一个极端，人们只用一个探针来检测某一个基因的“位置”。这种“单点指纹”可以给出像夫琅禾费谱线一样清晰的条带，但一个人只有一两条。即便如此，认错人的可能性仍然很小。因为我们所谈论的个人特征，并不是像“棕色眼睛”对“蓝色眼睛”那样含糊（很多种眼睛都可以归为棕色眼睛或蓝色眼睛）。要记住，我们所检测的特征是串联重复片段的长度，而可能出现的长度的数目非常之多。所以即便是一个位点上的指纹，对于判断一个人的身份就已经相当好了。不过，还不能称得上无懈可击，所以在实际操作中，法医DNA指纹采集通常使用6组独立的探针，这样一来，出差错的可能性就确实很低；但是，因为这可能决定一个人的生死或自由，所以我们仍然有必要来讨论，这种可能性到底是多低。

首先，我们必须区分假阳性和假阴性。DNA证据既可以洗刷一名无辜嫌疑人的罪名，也能准确地指出一名真正的罪犯。假设我们提取了强奸受害人阴道内的精液，而警察又根据现场证据抓到了一个男子，疑犯A。用单一DNA探针检测串联重复位点，将疑犯A的血液样品和精液样本进行比较。如果两者不同，那么疑犯A就是清白的，我们甚至没有必要去检测第二个位点。

可是，如果疑犯A的血样在这个位点和精液样本匹配的话，怎么办呢？假设它们都有相同的DNA指纹特征，我们称之为P模式，这不排除疑犯有罪的可能性，但并不能证明嫌疑犯有罪。也许他恰好和真正的强奸犯具有相同的P模式？我们必须检测多个位点。如果样本仍然一致，那么这究竟有

多大的概率是因为巧合而造成假阳性呢？这就需要我们用统计学来考虑大范围人群。理论上，从大范围人群中采集血样，能让我们估算出任意两名男子在每个相关位点一致的可能性。但问题是：从哪部分人里面抽取样本呢？

你还记得我们前文所说的老式“排队辨认”中一个孤独的“小胡子”站在一排刮光胡子的男人中间这种情况吧？这里有一个在分子层面的同样的问题。如果说在全世界，P模式的拥有者是一百万分之一，那么，是不是可以说，对疑犯A的误判率只有百万分之一？——不行，因为疑犯A可能属于一个少数族裔（其祖先从世界某一特定地区移居至此）。一个地区的人口常有共同的基因特性，一个简单的原因就是他们系出同祖。250万的荷兰裔南非人（或被称为非洲白人）大部分都是1652年乘同一艘船从荷兰播迁来此的移民的后裔。这个基因瓶颈的狭隘性有一个指示物，那就是其中大约有100万人，仍然使用着最初的20位定居者的姓氏，他们患一种遗传疾病的概率大大高于世界任何其他地方的人。一项调查表明，大约有8千人（每300人中有一人）患有一种世界其他地方非常少见的、遗传的卟啉代谢紊乱血液病。这看来是因为他们都是那条船上的格里特·杰安斯（Gerrit Jansz）和阿里安吉·雅各布斯（Ariaantje Jacobs）夫妇的后代，虽然还不清楚夫妇两人究竟是谁携带那种（显性）基因。雅各布斯曾是鹿特丹孤儿院里的8名孤女之一，她被送上船，安排作为移民者的妻子。事实上，在现代医学产生之前，没有人注意到这种血液病，因为它最显著的症状，就是在现代麻醉师实施麻醉时，患者会出现致命的反应。现在，南非的医院已经把手术之前检查这一基因作为一项常规检查来进行。按同样的道理，其他人群也经常有其他某种特定基因高发的概率。

回到我们假设的法庭。如果疑犯A和真正的罪犯都属于某一个少数族裔，而你却是以整个人口为出发点进行考虑，那么碰巧弄混这两个人的可能性就会非常高，高得出乎你的意料。也就是说，在这里，总人口中的P型概率已经不足为凭。我们需要知道P型在疑犯所属之特定群体中的概率。

这种需求并不是什么新问题，我们在通常的“排队辨认”中，就早已看到了类似的危险性。如果头号嫌疑犯是一位华人，那么显然不能把他排在一队西方人的行列中。与此相关的统计推理，在判断遭窃的财物中也能起作用。我提到过我在牛津法庭当过陪审员，我曾经陪审过三个案子，其中之一是一名男子被指控偷窃了一位竞争对手收藏家的三枚硬币。被告人被捕是因为持有和原告丢失的硬币一模一样的三枚硬币。控方律师的发言很雄辩：

> 陪审团的女士们、先生们，竞争对手收藏家里，出现了与丢失的三枚硬币恰恰相同的三枚硬币，我们难道可以相信，这仅仅是出于巧合而

已吗？我希望您会同意，这样的巧合太不可思议。

法庭不允许陪审团进行盘问，这是辩方律师的责任。辩方律师无疑在法律上博学多才、能言善辩，但其概率知识并不强于控方律师。我希望他是这样辩护的：

> 法官大人，我们不知道这种巧合是否出人意料，因为我那博学的朋友并没有提供任何证据来说明，在全部人群中，这三枚硬币究竟是稀有还是常见。如果这些硬币稀少到在本国的100万名收藏家手中才有一枚的话，那么控告的理由完全成立，因为被告被抓时身上确有这三枚硬币。但反过来说，如果这些硬币像泥土一样普通，那就根本不能作为定罪依据（说得极端一些，我今天口袋里也有三枚目前的法定硬币，它们很可能和大人您口袋里的三枚完全一样）。

我的意思是：法庭上那么多经过法律专业训练的头脑，竟然都没有想到，非常相关的是，应该去问一问，这三枚硬币在硬币们当中究竟有多么稀有。律师们肯定会做加法（我有一次收到一位律师的账单，其最后一项收费是：编制这份账单所花的工时费），但会不会概率论，那就是另一回事了。

我估计那三枚硬币果真是稀有的，否则这桩盗窃案也不会这么严重，闹到对簿公堂。但是，这些应该事先明白地告诉陪审团才对。我记得在陪审团休息室里提到过这个问题，我们都希望能够回到法庭来予以澄清。DNA证据的情况中也有一个对应的问题，也同样要紧，人们肯定已经提出过这一问题。幸运的是，只要检查了足够多的独立基因位点，那么误判的机会，即使在少数族裔之内或家庭成员之间，也会被降低到真正很低的水平（除了同卵双胞胎）——误判的概率大大低于任何其他识别方法，包括目击证据。

在DNA证据中，到底还残留着多少出错的可能性？这可能仍然是可以开放进行争议的问题。在此，我们碰到了第三个反对DNA证据的理由，也就是“非常愚蠢的那个理由”。如果专家们作证时提出的意见不尽一致，就往往会受到律师们的指责。比如，法庭传召两位遗传学家，要求他们估计DNA鉴定的误判概率，第一位说百万分之一，第二位可能说只有十万分之一。律师们马上开始抨击：“哈哈，专家们不一致了。陪审团的女士们、先生们，如果科学家们自己都不能在是1还是10上达成一致，那我们对于一个‘科学方法’还能有多少信心呢？很明显，唯一能做的，就是丢开所有DNA证据，把它们锁进柜子，贴上封条！”

可是，在这些情况中，虽然遗传学家对于无法精确估计的事情（如亚种群效应）可能给出不同的估计，但他们之间就误判概率的任何分歧，只不过是超过亿兆的天文数字和一般性天文数字之间的区别。DNA证据误判的概率通常不会高于几千分之一，很可能是十亿分之一；即使是最保守的估计，发生误判的概率也大大低于“排队辨认”。如果对此还要提出异议的话，就相当于在法庭上（无理取闹）说：“法官大人，只有20个人的排队辨认，对我的当事人来说非常不公平，我要求这个队列至少有100万人！”

统计专家受邀出庭作证、来确认传统的20人的“排队辨认”之误判概率，他们之间的意见也有可能不一致。一些人会简单地回答，误判的可能性是1/20；可是经过一番严密询问之后，有的人认为低于1/20，主要取决于和疑犯特征有关的“排队辨认”本身的特点（这就是为什么不能把孤独的“小胡子”排在队列当中）。但统计专家会一致认同的是：如果仅靠单纯的机会，错判的可能性至少是1/20！然而，对于只安排20人进行常规排队辨认的做法，律师和法官却往往心安理得、乐此不疲。

自从《独立报》报道了伦敦中心刑事法庭在一个案件中抛弃DNA指纹证据这件事之后，1992年12月12日的《独立报》就预言可能发生汹涌澎湃的上诉浪潮。因为实行DNA鉴定证据而身陷囹圄的每一名犯人，都将可以援引这一前例，提出昭雪诉请。这一波汹涌浪潮甚至可能远大于《独立报》的估计！如果“抛弃DNA证据”得到认可，那将对大量之前的裁决投下阴影，因为在已判案例当中，偶然弄错的可能性都大于几千分之一。如果一位目击者说她“看到”了某个人作案，并且在排队辨认中指认出了这个人，法官和律师都会感到满意。但人的眼睛犯错的可能性远远高于DNA证据！如果认真地对待（抛弃DNA证据）这一先例，将意味着这个国家的每一名被定罪的罪犯，都可以用不可动摇的理由主张“自己是误判的牺牲品”——即使有几十位目击者看到那个人手里拿着正在冒烟的枪，但冤案的概率必然仍大于百万分之一。

最近，美国有一个轰动全国的案子，让该国已然系统性地困惑于DNA证据的陪审团，这次又因为笨拙地处理一桩概率理论问题而声名狼藉。此案中，已知曾殴打妻子的被告人，被指控最终谋杀了他的妻子。但一位声誉隆盛、身为哈佛大学法律教授的辩护律师发表了如下的意见：统计数据表明，曾经殴妻的男人，只有千分之一的概率杀害了自己的妻子。他提出这一点，旨在希望每个陪审员都推论——此案中不用考虑被告殴打妻子的行为。这一证据难道不能令人信服地证明殴妻的男人不太可能杀妻吗？并没有。统计学教授胡德博士在1995年6月的《自然》（*Nature*）期刊上撰文戳穿了这个谬论。辩方律师的论证忽略了一个额外的事实，即杀妻的人远少于殴妻的人。好好计算一下：如果你选择调查那些少数被其丈夫殴打过且之后又被什么人杀害了的女性，那么凶手很有可能就是她们的丈夫。这

才是计算这种问题概率的正确方法，因为在我们讨论的案件中，那位不幸的妻子恰好就是被丈夫殴打过且之后又被什么人给杀害的女性。

如果律师、法官和验尸官能够更好地理解概率论，无疑将有利于他们的工作。然而，在某些场合，我们禁不住怀疑他们是在“揣着明白装糊涂”。我不知道在上述案例中他们是不是在装糊涂。伦敦《旁观者》（*Spectator*）杂志以尖刻著称的医学逸闻作家西奥多·达尔林普尔（Theodore Dalrymple）博士，也提出过这样的质疑。在1995年1月7日的一篇文章中，他用典型的讥讽语言报告了他在某“验尸官法庭”担任专家证人的一次经历：

我认识的一位成功的多金男士，吞食了200粒安眠药片和一瓶朗姆酒。验尸官问我，他会不会是误服了这些东西，我刚想响亮而肯定地回答说“不可能！”，但验尸官自己说得更明白了一点：他会不会有百万分之一的可能性误服这些呢？“哦，是的，我认为有可能。”我回答。于是验尸官以及一旁的死者家属都松了一口气，判决是“死因存疑”。结果，死者家属获得了75万英镑，更有钱了，而保险公司则穷了75万英镑。至少在其提高我的保费之前，是这样的。

DNA指纹的力量是科学之普遍力量中令某些人害怕的一个方面。对于这一情况，重要的是不能过分宣传或太快推进，从而加剧人们的这种恐惧感。现在，让我转向社会问题，以及一个“必须大家集体决策才能做出的重要而艰难的决定”，从而结束这个比较技术性的章节。我通常会“避谈时事”，害怕自己说的话很快就过时；也会避谈地方性话题，害怕涉及的方面太过狭小。但是，建立全国DNA数据库这个问题，已经开始以不同的方式困扰大多数国家，而且它今后的发展将更加紧迫。

理论上讲，有可能采集某一国家的每个男女老幼身上的DNA序列，建立一个全国性DNA数据库。一旦发生刑事案件，警察只需在罪案现场采集少量血液、精液、唾液、皮肤碎屑或毛发样品的DNA序列，然后通过比对数据库中的DNA档案，就可以破案，完全没有必要劳神苦思、用其他手段来寻找罪犯；全部工作，只需在全国数据库中进行电脑搜索即可完成。但是，单单提一下这样的建议，就会招来抗议者的怒吼。他们说这是侵犯个人自由，会引发重大后果，是朝着“警察国家”迈出的一大步。我总是闹不明白，人们为什么会如此强烈、自发地反对这样的建议？如果不带任何感情来审视这件事，总的来说，我认为自己也会反对建立全国性DNA数据库。但是，这种事并不是“不看利弊，立即就可以加以谴责的”。因此，让我们来分析一下利弊。

如果能确保这些信息只被用于抓捕罪犯，那就很难理解不是罪犯的人为什么要反对建立全国性数据库。我知道，许多倡导公民自由的活动家，仍然

会在原则上反对这样做，但我真的不明白他们为什么要这样做，除非我们想保护罪犯“作奸犯科而不被侦查”的“权利”。我也看不出有什么恰当理由来反对建立一个常规的印泥指纹数据库（我能想出来的唯一的反对理由是它的易用性：这种常规指纹数据库不像DNA指纹数据库那样方便，很难用电脑进行自动搜索）。犯罪是严重的社会问题，严重危害每个人的生活质量——罪犯除外（甚至罪犯们也会受害，因为没有人能保证小偷家就不会被盗）。如果一个全国DNA数据库能够极其有效地帮助警察捉拿罪犯，却仍然有人要反对的话，那他最好能提供这么做“弊大于利”的有力证据。

但我们必须谨慎做事——这一点很重要。用DNA证据或任何其他大规模筛查得来的证据，来帮助警察进一步证实（他们根据其他证据所掌握的）犯罪事实，这是一回事；而用DNA证据在本国去逮捕任何一位DNA指纹与某证据样本一致的人，却是另一回事。如果一份精液样品和一位无辜者的血样DNA指纹偶然相似的概率相当低的话，那么这个人在其他独立场合也被错误怀疑的可能性显然就更小得多了。与首先用其他手段来搜寻疑犯的体系相比，单单使用DNA数据库而逮捕一个匹配取样的DNA指纹的人，可能更容易导致冤案。比如说在爱丁堡某犯罪现场发现的DNA样本，恰好匹配我的DNA，那么在没有其他证据的情况下，警察是否有权在牛津破门而入来逮捕我？我认为恐怕不行。但值得注意的是，警察已经在人脸辨认方面采用了类似的做法——他们在全国性报纸上发布疑犯模拟像或目击者提供的快照，请全国各地“认出”这张脸的人打电话举报。这里，我们必须再次提防我们相信面部识别胜过相信其他一切身份认定方法的天生倾向。

暂且不说犯罪的问题。这里有一个现实的危险是：如果国家DNA数据库中的信息落到了坏人手里，那可怎么办？我说的“坏人”是指那些不用DNA数据去抓捕罪犯，而是另有所图的“坏人”——比如与医疗保险或敲诈勒索有关的“坏人”等。完全没有犯罪意图的人们，不愿意公开自己的DNA资料，这其中有值得尊重的理由；我认为，应该尊重他们的隐私。比如说，很多的人认为自己是某个孩子的父亲，事实上却不是；同样，很多孩子认为某人是他们的父亲，其实也是错的。当然，任何人只要进入国家DNA数据库就可以发现真相，但这样做的结果，将是巨大的感情痛苦、婚姻破裂、精神垮塌、敲诈勒索，甚至更糟的后果。也许有人会认为事实总得公开，不管有多么痛苦。但我认为，有充分的理由认为，突然揭开每个人的真实出身，并不会增加人类的幸福总量。

此外，还有医学和保险事务的问题。人寿保险业的生意，完全依靠人们无法精确地预测未来。亚瑟·爱丁顿爵士说过：“正如谚语所说，人生无常，没有任何事情的可靠性超过寿险公司的偿还能力。”所以，我们每个人都买了保险。晚于预期时间而死的投保人，补助那些早于预期时间而死的投保人。保险公司已经做了统计性的测算，通过向高风险顾客收取高额的保

险费，从而部分地颠覆了这个系统。他们派遣医生来听诊我们的心脏、测量我们的血压，并且调查我们有没有抽烟、喝酒的习惯。而如果保险统计员能准确知道我们什么时候会死，那人寿保险也就没有什么意义了。从理论上讲，如果保险统计员能把手伸进国家DNA数据库，就会让我们面对这样一个不幸的局面。其极端结果可能是只剩下一种对死亡风险的保险——针对纯意外事故死亡的保险。

同样，人们在筛选求职者时，包括大学在筛选“谋求教职之人”的时候，可能以我们大多数人都不情愿的某些方法来使用DNA信息。已经有雇主在使用一些暧昧的方法，比如根据笔迹来判断一个人的性格或天资。和“以字论人”不同，我们有足够的理由认为，DNA信息确实非常有助于判断一个人的工作能力。但我仍然会和许多人一样，对审查小组使用DNA信息而深感不安（起码如果他们秘密使用的话，我会深感不安）。

反对建立国家DNA数据库的一个普遍论据是——“万一数据库落到‘希特勒式人物’手中怎么办？”从表面上看，我们不清楚一个邪恶政府将如何滥用一个真实的个体DNA信息库，从中榨取利益。也许有人会说，这类政府已经如此熟练地利用虚假信息，为何要费事地去玩弄真实信息呢？问题是，如果希特勒掌权，就有（大肆消灭）犹太人或其他民族的问题。虽然我们并不能从DNA信息中识别出谁是犹太人，但确实有一些基因是某些民族所特有的，他们的祖先来自某个特定地区（如中欧），他们拥有的特定基因和“是不是犹太人”之间确实存在统计相关性。看来不可否认——如果希特勒政权掌握了一个全国性DNA数据库，他们肯定会想出恐怖的方式来滥用它。

那么，有没有既能保护这个社会免受可能之弊端的扰乱，又能协助抓获罪犯的好办法呢？我不确定，这想必不容易。我们可以把全国性DNA数据库限制在只包括基因组中的非编码区域，从而保护诚实公民免受保险公司或雇主的刁难。DNA数据库将只提供基因组中的串联重复序列，而不是有实际全部细胞功能的基因，这样就会防止保险统计员算出我们的预期寿命、防止聪明的雇主预测我们的能力。但这种方法却不能使我们（或黑心的敲诈者）免于发现那些我们所不愿知道的真实的亲子血缘关系。恰恰相反。用约瑟夫·门格勒之子的血液来确定其骸骨的方法，就完全基于DNA的串联重复序列。对于这种反对意见，我只能说，由于DNA检测变得越来越容易，在任何情况下，发现亲生父亲的可能性都越来越高了，而不必求诸全国性DNA数据库。怀疑孩子不是自己亲骨肉的男子，大可以早就取得了孩子的血样并和自己的血样做对比，而并不需要全国性的DNA数据库。

不仅在法庭上，被授权调查某一事件或事故的调查委员会或其他团体在做决定时，也往往求诸科学的手段。在金属疲劳的专门技术、疯牛病的传染性等方面，人们都召来科学家，视为提供事实的专家目击者。科学家们在

陈述完他们的鉴定意见之后，就可以走人了，而继续工作下去的，是那些身负重任的实际决策者。这样的事实暗示，科学家善于发现细节性事实，而其他人（特别是律师和法官）则更有资格进行综合分析，并建议接下来需要做什么。事情果真如此吗？其实大谬不然，我们有充分的理由认为，科学的思考方式的宝贵，不仅仅体现在搜集详尽事实的时候，而且体现在得出最后结论的时候。面对飞机坠毁事件，或者灾难性球迷暴动，科学家比法官更有资格来主持调查。这不是因为科学家确切地知道什么，而是因为科学家们所使用的寻找真相和做出决定的正确方法。

DNA指纹的例子表明，如果大家掌握更多的科学知识，更确切地说，如果大家能像科学家一样推理，那么律师将成为更好的律师，法官将成为更好的法官，议员将成为更好的议员，公民将成为更好的公民。这不仅仅是因为科学家更看重探索真理，而非只看中打赢一场官司，更是因为他们科学的工作方法。法官，以及更广义的决策者，如果更擅长统计推理和概率评估的工作艺术，将成为更好的决策者。在处理迷信和所谓特异功能的下面两章，这一点将再次呈现出来。

---

1. 人类的基因组中有绝大多数的区域功能不编码蛋白，功能未知，被称为非编码DNA（或称“垃圾DNA”）。以前科学家们没有发现这些非编码DNA的作用，因此它们被冠以“垃圾DNA”的称号。随着科学家们对“垃圾DNA”的认识逐渐深入，发现其实很多非编码DNA有着其独特的作用。研究人员提出的新观点是它们实际上是关键的调控元件，有助于编码DNA完成任务，构成复杂生命的形状及功能。——译者注
2. 爱德华·萨瑟恩中的姓Southern在英语中有“南方”的意思，因此以后出现的印迹分析技术分别以“北方”（Northern）和“西方”（Western）命名，但它们并非发明者的姓。——译者注

第六章 被童话哄骗

轻信是成年人的弱点，却是儿童的力量。

——查尔斯·兰姆，《伊利亚随笔集》，1823年

我们好奇若渴，这是一种诗性的渴望，它本应该滋养真正的科学，但何其不幸，它却遭到了绑架、劫持，往往被用于谋取金钱利益。绑匪包括迷信的掮客、特异功能人士和星相大师等等。他们动用蛊惑人心的花言巧语，煽动起了一个又一个虚假的浪漫：什么“宝瓶纪元的第四宫”、“海王星退行，移入人马座”等等。天真易感的人们，几乎分不清星相师们的话和真正可信的科学诗意，如卡尔·萨根和安·德鲁扬（Ann Druyan）在《被忘却的祖先的影子》（*Shadows of Forgotten Ancestors*，1992）中所说的“俯仰宇宙，品类之盛，超出想象”、“这个圆盘的边缘荡漾着可能的未来”等（这本书主要叙述了太阳系如何从一个旋转的星云圆盘中凝结出来）。萨根在另一本书中评论说：

> 怎么就几乎没有一个主要宗教关注过科学，并得出结论：“这太棒了，比我们所想象的要好得多！宇宙比我们的先知所讲的要大得多、壮丽得多、美妙得多、优雅得多？”他们反而这样说：“不！不！不！我们的神是一个小神，我希望他一直保持他那个样子。”无论是新宗教还是旧宗教，只要强调现代科学所揭示的宇宙是伟大壮观的，就可以开发出一座尊重科学、敬畏科学的宝库——这是传统信仰很难具有的。

——《暗淡蓝点》，1995年

目前，传统宗教虽然在西方世界衰落，但取代它们位置的似乎并不是科学，以及科学所清楚揭示的、无比壮观的宇宙，而是特异功能和星相学。有人也许指望在这个科学高歌猛进的世纪，科学以及由科学带来的财富，会最终融入我们的文化和审美之中。然而，即使不必回到20世纪中叶悲观主义者斯诺（C.P.Snow）的观点，我也很不情愿地发现，离21世纪只有两年了，但这些愿望都远远没有实现。占星图书销量好过天文图书，电视为二流魔术师提供粉墨登场的舞台，让他们摇身变为通灵术士和透视眼。本章将努力揭露迷信和巧妙的骗术，解释真相，并告诉人们识别骗局的简单方法。在第七章中还要提倡一个简单的统计学思维，以期待用此良药，解

救“特异功能传染病”患者。首先，我们来探讨一下星相学的问题。

1997年l2月27日，英国发行量最大的报纸之一《每日邮报》（*Daily Mail*）把头版大部的主打文章奉献给了一则星相学故事，其通栏大标题是“1998：宝瓶座的黎明”。文章承认，海尔·波普彗星的到来，不是造成戴安娜王妃死亡的直接因素，这几乎让人们如释重负，感激不尽。怀揣报社高额报酬的星相大师告诉我们，随着“行动缓慢、力量强大的海王星”移向宝瓶座，其力量汇合同样强大的天王星的力量，将产生戏剧性的结果：

> ……太阳在升起。彗星降临提醒我们，这颗太阳并非一颗物质的太阳，而是一个精神上的、心理上的、内在的太阳。因此，它不一定要遵循引力定律。如果有足够多的人起身去欢迎和激励它，它就会在地平线上升得更快，它一出来，就能驱散黑暗。

在天文学揭示了宇宙真正面貌之后，人们怎么还会认为这种胡说八道有什么感召力呢？

在一个没有月亮的晚上，当“寒星点点，看着天空”，银河遥远黯淡，仿佛是天穹唯一的云彩，请置身于一处远离街灯污染的地方，躺在草地上凝望星空。你表面上注意到的是天上的星座，但是星座形态之意义，并不超过浴室天花板上一团湿气留下的痕迹（之意义）。因此，请注意，说“海王星移入宝瓶座”究竟有何含义？宝瓶座对我们而言，不过是远近不一的许多恒星，这些天体彼此之间其实没有关系——除了这样一点：从银河系的某一个位置（即我们这个并不特殊的位置）看去，它们构成了一个（没有意义的）形状。一个星座完全不是一个实体，所以也无法让海王星或其他任何天体真的“移入”。

此外，星座的形状，都是“短暂”的。一百万年之前，我们人类的直立人祖先在夜晚所凝望的群星，是和今天完全不同的一套星座组合形式（当时没有灯光污染，除了我们祖先的杰出发明——篝火）。一百万年之后，我们的后代在天空所看到的，又将是另外一些形状。我们现在就已经准确地知道“那时的星座将是什么样子”。做出这种详细预见的人，是天文学家，而不是星相大师。而且，再一次和星相大师的预言相比，天文学家的预言将是正确的。

因为光的速度是有限的，所以当你凝视仙女座中的大星系时，你所看到的，实际上是它230万年前的模样，那时，南方古猿正在非洲南部的高地草原上悄然潜行。你在回望过去的时光。把你的目光稍微偏转几度，去看一看最近的仙女座中的一颗明亮的星星——奎宿九，你看到的“过去时

光”就非常晚近了——它的光大约产生于1929年华尔街股市崩溃的时候。同样，你所目睹的太阳的颜色和形状，实际上也是太阳8分钟以前的形象。用一台大型望远镜来观测草帽星系（Sombrero galaxy），你会看到几万亿颗太阳，时间是我们长尾的先祖茫然眺望苍穹的时候，当时印度次大陆撞上亚洲板块，隆升造成喜马拉雅山。而斯特梵五重星系（Stephan's Quintet）中两大星系发生的大规模碰撞展示给我们的时代，正值地球上三叶虫刚刚灭绝，而恐龙正在登场。

列举任何一个历史事件，你都可以发现遥远的地方有一颗星，它的光能让你一瞥发生该事件的那一年所发生的某些事情。只要你不是一名非常年幼的儿童，那么你就能在夜空的某处找到你自己的一颗诞生星。它那热核反应发出的光，宣示着你诞生的那一年。的确，你可以找到不少这样的星星（如果你今年40岁，那就有大约40颗；如果你50岁，就会有大约70颗；如果是80岁就会有大约175颗）。当你注视其中的一颗星，你的望远镜就会变成一架时间机器，使你目击你诞生那一年发生的热核事件。意兴湍飞，俊采星驰。这样想一想，真令人心驰神往、自命不凡，但是——也仅此而已。你的诞生星，不会屈尊来告诉你任何事情，如你的性格、你的未来命运或你的性生活是否和谐。这些星星有更大的事业要做，对它们而言，人类的那些微小琐事，实在不足挂齿。

当然，你的诞生星只在这一年属于你。下一年，你就得观察一个更大的空间球体表面，比上一年远了一光年。请把这种球体的膨胀视为报喜的辐射半径，在稳定地向外广播你诞生的消息。大多数物理学家都认为，在我们生活的“爱因斯坦的宇宙”中，没有任何东西的速度能够超过光。所以，如果你有50岁，传递着你人生信息的大泡泡，半径就是50光年，大约包含超过1000颗恒星。你的人生信息在理论上充满着这个球形空间，尽管在实际上微不可测。超出这个范围的宇宙，则对你没有任何记录。在爱因斯坦理论的意义上，你在那里相当于是不存在的。年长者之存在的“空间大球”大于年轻人存在的“空间大球”，但没有任何人的存在能超越宇宙中“沧海一粟”的范围。在我们迎接耶稣纪元的第二个千禧年之际，耶稣的诞生也许可以看作古代的和重大的事件，但是在宇宙尺度上，它是如此新近的事件——即使在最理想的状况下，耶稣的诞生也只不过是向宇宙中200万亿分之一的星星的宣告了其存在。这些星体大部分（若非全部的话）都被自己的行星所环绕。行星的数量是如此庞大，以至于很可能有的行星上面存在生命形态，有的进化产生了文明和技术。然而，分隔我们的时间和空间，是如此遥远，以至于亿万种生命形式只能自生自灭，彼此之间无知无觉，不可能知道任何他者的存在。

为了计算“诞生星”的数目，我假设那些星体之间的平均间隔约为7.6光年——这差不多是银河系中我们附近星体距离的真实情况。每颗星体占据

440立方光年的空间，这样低的密度让人大为吃惊，但和整个宇宙中星体的密度比较，这密度实在算是很大了！因为许多星系之间就是虚空。艾萨克·阿西莫夫有一段非常戏剧性的描述：宇宙中的所有物质，就好比是一粒沙子，被放在一个长、宽、高各为32公里的巨大房间的中央；而物质的实际分布，就好像一粒沙子被粉碎成了10万亿亿颗细小微粒，这差不多就是宇宙中星体的数量。这些就是让人头脑冷静下来的某些天文学事实，你可以看到，宇宙之中有大美！

两相对比，星相学则是对审美的一种亵渎。星相学用前哥白尼时代的呓语，抹黑作践天文学，同时也侮辱了心理科学和多彩的人性，就好像是用贝多芬的交响乐进行吆喝叫卖。我说的是星相大师轻率地把人分成12个星座，及其潜在危害。他们胡诌天蝎座的人性格愉快、开朗，狮子座的人办事一丝不苟，和天秤座（或其他什么星座）的最合得来，等等。吾妻拉拉·沃德记得，有一次某美国小演员找到他们共事的一部影片的导演，问他：“嗨！普雷明戈先生，您是什么星座？”导演用他那浓厚的奥地利口音回答：“我是‘勿扰我’星座。”妙答恒久远，一课永流传。

人的个性，是一种真实存在的现象；心理学家建立数学模型，从多方面研究各种个性，已经取得了某些成功。数学方法可以把海量参数减化成少数几个可以测量的参数，服务于合理的目的。这几个可以测量的参数，有时与我们直观认为的参数一致——侵略性、固执或装模作样等。从许多维度中总结出个性，是一种有用的统计分析法，可以估计出一个人的局限到底在哪里。这完全不同于任何排他的分类法，也肯定迥异于报纸上星相大师的12个箩筐。它建立的基础，是对真实个体进行的数据分析，而不是取决于生辰八字。心理学家的这种分类方法，有助于测定一个人适合干什么样的工作，或哪两个人结婚更理想。而星相大师的12星座分类法则毫无根据，人们如果相信它，就是花钱买罪受，自寻烦恼。更有甚者，它们完全抵触我们目前某些严重的禁忌，以及违反“反对歧视”的法律。报纸灌输给读者们，让他们把自己的、朋友的或同事的命运，匹配天蝎座、天秤座或那12个神秘的“星座”中的某一个星座。只要认真想一想，你就会明白——这不就是用贴标签的方法来分类吗？！这和我们许多人十分厌倦的文化上的刻板印象，又有什么不同？！我能想象刊登在某报纸的每日专栏中的蒙蒂·皮森（Monty Python）画的速描，其说明文字写道：

> 德国人：你天性是工作努力，办事得法，这些对你今天的工作非常有用。在你的个人关系方面，特别是在今晚，你将需要克制自己听别人使唤的本性倾向。
>
> 西班牙人：你热情的拉丁血统可能对你很有利，所以要注意别干那些会使你后悔的事。如果今天晚上你有浪漫的渴望，在午餐时最好别吃

大蒜。

中国人：不可思议地具有很多优点，但它们在今天可能会给你帮倒忙……

英国人：你的铁嘴铜牙在业务谈判中很有用处，但要尝试放松，并且使你自己进入社会生活……

就这样，统统写出对12国人民的刻板印象。当然，星相大师使用的语言不会这么具有冒犯性，但我们仍然要问问自己，这两者又有什么区别呢，不是五十步笑百步吗？两者都犯了种族歧视的罪过——在毫无证据的情况下，把人们分成各种排他性群体。即便有那么一点点统计学的证据，这两种歧视都鼓动我们用偏见来看人——把人当成某种类型，而不是个体来处理。你可能已经在类似“孤独心灵”的征友专栏中读到过那些短语，他们经常使用“不要天蝎座”、“金牛座勿扰”这些话。当然，这些话并不像“黑人严禁……”或“爱尔兰人不得……”的标语那样恶劣，因为星相学的偏见并不专拣某一星座进行褒扬或贬低，但他们骨子里仍然存在歧视性模式化原则——反对把人们作为个体来进行认知。

这些，甚至会产生可悲的人事后果。人们在“孤独心灵”专栏中发布广告的目的，就是扩大范围寻找性伙伴（的确，由工作圈或某些朋友的朋友提供的圈子往往是乏味无聊的、亟需加以丰富）。长久渴望的融洽友情，本可以温暖那些“孤独心灵”，改变他们的生活，但他们却被错误地鼓励毫无道理地抛开有效人群的11/12。世界上存在感情脆弱的人，我们应该对他们施以同情，而不是故意误导他们！

有这样一件无名氏的轶事：几年前，受雇于某报社的一位“段子手”抽到了短签，被吩咐去编造一些预言性的星相建议；他为了减少这项工作的无聊和无趣，想找些乐子，于是写道：“同即将降临到你头上的灾难相比，去年所有的不幸与遗憾，真是不值一提。”结果，这让许多读者惊恐万状，纷纷打进电话，报社线路爆满，这位老兄被炒了鱿鱼。轻信星相的人是多么可悲，此为一例血泪斑斑的实证！

除了反歧视法律之外，还另有法规保护我们免受“商家虚假宣传其产品”的欺骗。但是，人们却没有援引法律，保卫自然界的简单事实。如果动用法律武器的话，星相大师们将撞到枪口上，提供一个极佳案例。星相大师们声称可以预测未来，可以预知上天赐给一个人的性格特点，在一些人面对重要选择时，可以提供“专业性”建议。但他们做这些，都要收取不菲的钱财，却不用负任何责任。如果一家制药厂生产避孕药，但实际上根本达不到它所宣传的效果，那么制药厂必然要受到《商品说明法案》（*Trade*

Descriptions Act）的追究，以及受到服药后却怀孕了的消费者的起诉。虽然这再一次让人感到有些小题大做，但我实在搞不懂，为什么没有“职业星相师”因为弄虚作假或者煽动歧视而被逮捕法办呢？

1997年11月18日，伦敦《每日电讯》报道了一位自封之“驱魔人”的罪行。该男子在前一天被判入狱18个月，因为他借口要为一名少女驱魔，而说服这名易轻信的少女与他发生了性关系。男子给少女看了一些手相和巫术方面的书，然后告诉她“大凶，有人把厄运带上了你的身”。为了从这少女身上驱除“邪魔”，该男子骗她说要在她身上涂一种特殊的油，结果少女同意脱光自己的衣服。男子声称必须发生性关系才能“驱走邪魔”，于是诱奸了少女。我认为，社会对同样的犯罪，不能采取两种处理方法。如果监禁这名诱奸犯是正确的做法（虽然少女已经超过了法律许可的保护年龄），我们为什么不能同样起诉那些骗人钱财的星相师，或者哄骗石油公司用股东的钱来支付昂贵的钻探“咨询费”的人呢？相反，如果有人抗议说，江湖郎中从傻瓜口袋里骗钱并无罪过，那么诱奸少女的“驱魔人”为什么不可以用同样的理由来为自己脱罪呢？他只需说少女有权献出自己的贞操，来履行一场（当时她深信不疑的）宗教仪式，就可以了。

没有任何已知的物理机制表明，在你诞生的时刻，某些遥远天体的位置能够对你的天性或命运施加什么具有因果关系的影响。这并不能排除一些未知物理影响的可能性。但是，只有在有人能够提出证据，证明行星在星座背景中的运动的确会对人类的活动产生影响（哪怕是极细微的）的情况下，我们才需要劳神去考虑这样的一些物理影响。但迄今为止，还没有一种能够经受得起专业检验的证据；对星相学进行的科学研究，绝大多数未产生肯定的结果。只有极少数研究很无力地暗示，星相和性格之间有一定的统计相关。这些为数极少的“肯定的结果”是怎么回事呢？有一种非常有趣的解释——很多人仰观宇宙，颇通星相，他们知道自己按照星相“应该有”哪一种性格，于是他们就有一个微小趋势，要按照这些期待去生活。这种心理暗示诱导作用，足以产生所观察到的细微的统计学效果。

任何值得尊敬的诊断方法，或占卜方法，最起码都应该通过可靠性测试这一关。这并不是测定它是否实际有效，只是测定不同的从业者在面对同样的证据时（或同一受试者两次面对同样的证据时）意见是否一致。尽管我认为星相学是假的，但我仍然真心希望它在自相一致的意义上有很高的可靠性。毕竟，不同的星相大师都该读过差不多的书才对啊！即使他们的预言是错误的，你也会认为，他们使用的方法应该是足够系统的，从而起码应该能够“重复产生同样的错误结论”！

可惜，正如迪安（G.Dean）及其同事们的研究结果所表明，术士们甚至达不到这些最起码、最容易的标准。相比之下，由不同的面试官按照结构化面试程序对人们的行为进行的判断，相关系数超过了0.8（相关系数为1.0

表示完全一致，－1.0表示完全不一致，0.0表示完全随机或缺乏联系，而0.8则表示相关性相当好）。与此相反，在同样的研究中，星相学的相关系数仅是可怜的0.1，约等于看手相的0.11，表示接近于胡蒙。不管星相大师的错误有多大，你也许会想：他们毕竟应该统一口径、一以贯之。但事实证明，你高看他们了！同样，笔迹分析和罗夏（墨迹）分析，效果也没好多少。

占星工作所需的培训或技能甚为简单，以至于这种工作往往交给那些有空闲的新记者。1994年10月6日，记者简·摩尔（Jan Moir）在《卫报》（*Guardian*）上发文说："我在新闻界得到的第一份工作，就是为一份女性杂志撰写算命天宫图。这种职场工作通常交给那些刚入职场的新手，因为这项工作是如此愚蠢、如此简单，即使像我这样乳臭未干的笨蛋也干得了。"同样，魔术师和理性派人物詹姆斯·兰迪（James Randi）还是小伙子的时候找到了一份工作，取了个笔名叫佐兰，在蒙特利尔的一家报社当星相师。兰迪的工作方法就是找来旧的占星杂志，用剪刀裁下那些预言，放在帽子里乱搅一通，然后随意粘贴在12个星相下面，再作为他自己的"预言"抛售给读者。他描述了自己有一次在某咖啡厅吃午餐时，偶然听到了两名办公室文员关于星相的交谈；他们急切地在报纸上的"佐兰专栏"中寻找着什么。

> 他们看到自己的前途是那么辉煌，高兴得尖叫起来；在回答我的问询时，他们说上星期佐兰专栏的预言"应验了"。我没有说我就是佐兰……专栏读者的来信也相当有趣，足以使我坚信，很多人会接受并甘心迎合他们认为的具有神秘力量的大师所说的任何话。悟到了这一点，佐兰放下剪刀浆糊，离开了这项营生。

——《胡言乱语集》，1992年

问卷调查提供的证据表明，很多阅读每日星相的人士"并非真的相信这一套"。他们声明，读这些只是为了"消遣"（他们欣赏虚构故事的口味真的和我不一样！）。但仍有相当多的人确实相信星相，并且按照星相所说的去行动，据惊人的但显然可信的报告，罗纳德·里根（Ronald Reagan）担任美国总统期间，也曾这么做！那么，为什么会有人相信星相呢？

首先，算命或相面都是温和平淡、言语含糊和笼统言之的，几乎适用于任何人和任何事。人们通常在报纸上只看自己的星相，但如果他们去看其他的11个星相，就绝不会再惊讶于"自己的命运被预示得这么准"。其次，人们总是记得被说中的事，而忽略没有被说中的事。如果在一大段星相分析中，恰好有一句话说到了你的心坎上，你就会只注意那一句特别的话，对

其他句子视而不见。即便人们注意到“预言明显未能应验”，他们也很可能会视之为有趣的例外或反常，而不会认为算命先生是通篇胡扯。保卫大自然的真正英雄、电视科普大师大卫·贝拉米（David Bellamy）曾在《无线电时报》（*Radio Times*，英国广播公司曾经受尊重的喉舌）上撰文承认，他在一些事情上遵从了“对摩羯座的警告”，即做事不可莽撞。但大多数时候，他都是低头昂角，像真正的山羊一样横冲直撞。这岂不是很有意思吗？的确，我要认真地宣布，这证实了我常说的一句话：例外才证明了规则！贝拉米自己心知肚明，但他仍然附和那些受过教育却仍沉湎于星相学的人，把它作为一种无害的消遣。我怀疑——星相学真的无害吗？我想知道：说星座很有趣、很娱乐的人们，是否真的从中得到过什么乐趣？

“女子诞下7斤重的小猫”是《周日娱乐报》（*Sunday Sport*）典型的大标题，和其美国同类报刊如《国民探究者》（*National Enquirer*，发行量400万份）一样，它总是把荒唐不羁的天方夜谭当成真人真事来大肆宣传。我曾经遇到一位妇女，全职受雇于一家这种美国出版物，专门编造这类故事。她告诉我，她和同事们互相比赛，看谁能编造出最荒诞离奇的鬼话。结果发现，这种比赛没边没沿、完全没法决出胜负，因为看来读者能够相信任何印成文字的奇谈怪论。在“女子诞下7斤重小猫”后面的一页，《周日娱乐报》还刊登了一篇文章：某魔法师因为受不了妻子唠叨，就把她变成了一只兔子。除了这种迎合歧视唠叨妇女的陈词滥调，这份报纸还在荒诞故事中添加了仇外的佐料：“发狂的希腊人把孩子变成了烤肉串。”这些小报中其他受欢迎的故事还有“火星上发现了猫王塑像”，以及“玛丽莲·梦露转世成了一颗莴笋”（文末配有一幅涂成绿色的照片，其中这位已故的银幕女神在一棵新鲜蔬菜的菜心中露出一张笑脸）等等。

人们曾无数次地目击复活的猫王。崇拜猫王，包括崇拜他那珍贵的脚指甲和其他遗物，他的图标以及众多朝拜者，正在成为一门羽翼丰满的新宗教。但这个宗教必须珍视自己的声誉，否则就可能被更新近的“戴安娜王妃崇拜”取而代之。戴安娜1997年离世后，排长队在悼念册上签名的人士报告给记者，说透过一扇窗户，清楚地看到了戴安娜的脸从挂在墙上的一幅旧画像中望着他们。就像在第一次世界大战最黑暗的日子里，天使蒙斯现身于士兵们面前一样，无数目击者说自己“看到”了戴安娜王妃的幽灵。小报的煽风点火让这个消息像野火一样，在哀恸的人群中迅速蔓延。

电视这种媒体，影响力更大于报纸，我们几乎陷入了电视上盛行的特异功能宣传的重重包围。近年来，英国有一个恶名远扬的例子，就是一名信仰治疗师宣称，他能被2千年前朱迪亚（Judea）医生保罗的灵魂附体。英国广播公司（BBC）甚至都没有经过任何质疑，就慷慨地提供了半个小时的节目，把他的梦幻当成事实来宣传。后来——在1996年爱丁堡电视节一场关于“卖身投靠超自然”的公开辩论中，我顶撞了这个节目的编辑。编辑的

主要辩护理由是，那个人曾经医治过很多病人。他认为有这一点就足够了，只要治疗师能给患者带来一些安慰，谁会关心是不是真的发生了“灵魂附体”？而真正让我崩溃的是——英国广播公司为宣传这场闹剧所随堂派发的彩色宣传册。宣传册上鸣谢专家、监制人员这些栏中，没有别人，统统是“朱迪亚的保罗”！在电视上展现给观众一个精神病或骗子的离奇信仰，或许有情可原——这也许可以被看成是娱乐，甚至是荒诞喜剧（虽然我觉得，建立在这种荒诞故事上的节目，就像最近风行美国的在电视上解决婚姻暴力纠纷一样，根本就是既让人无法接受，又让人大笑不能）。但是，对英国广播公司来说，用长期积累的公司声誉为这种荒唐节目摇旗呐喊、照单全收，就完全是另外一回事了。

喜欢用特异功能、怪力乱神吸引观众的电视节目，有一个既廉价又有效的套路：雇用一些普通魔术师，但是反复告诉观众，他们不是魔术师，而是真正的特异功能人士。这时，他们丧心病狂、变本加厉地蔑视观众的智商，这些表演不会像正常的魔术表演那样，进行“质量管理”，预先做检查展示。“真诚”的魔术师至少要向观众展示，他袖子里没有藏东西，桌子底下也没有牵绳儿。可是当一名演员戴上“特异功能”的帽子之后，甚至连这些基本过场都不必做了。

现在，我要介绍近期卡尔顿电视台“难以置信”系列节目中的一次真实的电视表演——心灵感应；策划者是英国电视台的荧屏老将——大卫·弗罗斯特（David Frost），他最适合干电视这一行，有些政府官员认为他“功当封爵”，评论家们非常看中他的赞许。表演者是来自以色列的父子搭档，其中被蒙住眼睛的儿子能够“通过父亲的眼睛看东西”。表演时，任意旋转一个转盘，转盘停下时出现一个数字。父亲紧盯着数字，费力地、紧张地张开和合上自己的拳头，然后用迸发出来的吼叫声问他的儿子：“你，猜得出来吗？”儿子回吼一声：“我，猜得出来！”当然，他说出了正确的数字，于是掌声四起。多么不可思议！而且，亲爱的观众，请别忘了，这是电视现场直播、是真实的节目，而不是《X档案》（*The X-Files*）之类的虚构电影。

我们所目睹的，只不过是一个很平常的老把戏；至少早在1784年，西格诺·皮内蒂（Signor Pinetti）就已常在音乐厅里表演这种魔术。父亲可能通过一些简单的暗号，把看到的数字传达给受过良好训练的儿子。那听起来没有什么意义的吼叫：“你，猜得出来吗？”就可能含有关于数字的暗号。大卫·弗罗斯特不应该自己瞠目结舌，而应该试一试蒙住那个儿子的眼睛，或者堵住那位父亲的嘴。这把戏与普通魔术表演的唯一不同之处，就是：一家受人尊敬的电视公司把这档节目称为“特异功能”。

我们大多数人不知道“魔术师是怎么样变魔术的”，我也经常被他们蒙得目瞪口呆。我不知道他们怎么会从帽子里拿出兔子，怎么会锯断箱子，而丝

毫不伤害藏身其中的美女。但我们都知道，如果魔术师愿意，他会告诉我们非常合乎情理的内幕（我们也完全理解，他不会自我揭穿）。可是，当电视台给同样的魔术贴上了“特异功能”的标签之后，我们为什么就会认为它是一项真正的神迹呢？

还有一些表演者似乎能“感觉”出观众中的某个人曾经有一位心爱的人，名字以M打头，曾经养一只哈巴狗，而且死于与胸部有关的某种疾病。这些“天眼通”和“灵媒”貌似神通广大，能获得“用平常方法不可能得到”的信息。我没有篇幅更详细地描述这类事件，但这个把戏对魔术师来讲是常识，行话叫“冷读术”。它很巧妙地把一些常识（如很多人死于心力衰竭或肺癌）和钓鱼钓出来的特别线索（当你和某人熟悉之后，他会无意识地透露很多事情）结合起来，再加上听众们总是喜欢记住说中的事，而忘记没有说中的事，于是这把戏就成功了。“冷读者”还经常雇用密探、线人，偷听观众进场时的谈话，甚至盘问观众，在开演之前把这些报告给正在化妆间的表演者。

如果一位特异功能人士，能真的演示一次经受住科学适当检查的心灵感应（或预知未来、意念移物、投胎转世、永动等等），他将成为物理学家所不知道的全新定理的发现者。通过心灵感应将人们心心相连的新能量场的发现者，或者能不耍把戏、意念移物的新的基本力的发现者，他理应获得一个诺贝尔奖，而且极有可能获得。如果你已经拥有这一革命性的科学秘密，那为什么还把它浪费在大搞噱头的电视娱乐中呢？为什么不正当地证明它，让人们欢呼“天上掉下个新牛顿”呢？当然，我们知道真正的答案——你做不到，你是假的。但是，因为那些容易上当或见利忘义的电视制片人，江湖骗子们大发横财。

前面已经说过，有些“特异功能人士”手法足够娴熟，能够骗过大多数科学家；而最有资格看穿他们的人士，不是科学家，而是魔术师。这就是为什么最著名的通灵人或灵媒一旦听说观众席前排坐满了专业魔术师，通常就会找借口拒绝上台演示。有很多优秀魔术师，包括美国的詹姆斯·兰迪和英国的伊恩·罗兰（Ian Rowland），专门在公开场合复制著名特异功能人士表演的“奇迹”，然后向观众解释：这些只不过是平常戏法。印度的理性派（Rationalists）是具有奉献精神的年轻魔术师，他们上山下乡、远赴各村巡回演出，用“其人之道”复制“圣人”所谓的“奇迹”。不幸的是，真相大白之后，仍然有很多人相信这些骗术。另外一些人则绝望地辩护说：“好吧，也许兰迪是用变戏法来做到这些的，不过，这并不能说明其他人创造的奇迹是假的。”伊恩·罗兰绝妙地反驳说：“是啊，如果他们真的是在创造奇迹，那他们用的可是笨办法！”

通过误导天真汉，可以赚取大把钞票。普通魔术师通常很难从“儿童派对”市场中脱颖而出，登上全国性电视节目。但是，如果普通魔术师把自

己的戏法吹嘘成真正的特异功能，那局面就豁然开朗了。电视台渴望同这些骗子的骗局合作，好提高收视率。当一种成熟的把戏表演完毕，那些演员观众往往不是礼貌地鼓掌，而是装腔作势地倒吸一口冷气，以引导观众相信他们“真的看到了不服从物理定律的东西”。意乱神迷的人们则开始重温自己对于鬼魂或精灵的臆想。电视制片人赶紧同这些骗子签约，并招聘演员来复制表演他们的障眼法（从而不难达到欺骗广大观众的目的），而不是把他们送到医院去看一位好的精神病医生！

我的这些话有被读者误解的危险，很有必要消除这种危险。我们还不能很自满、很轻易地宣布，我们的现代科学知识已经知道了这其中的一切——我们能够肯定，星相学和显灵都是一派胡言，不需要再深入探讨下去，就因为现代科学无法解释它们，这一点就够了。说真的，所谓星相学是一堆空话，这是不证自明的吗？我怎么知道一名人类女子不会生出一只7斤重的小猫？我怎么就能肯定猫王没有光荣地复活，只留下一口空墓穴？毕竟世界上发生过奇奇怪怪的事情，或者更确切地说，我们认为是常识的东西（如无线电），对于我们的祖先，无论从哪方面讲都是不可思议，犹如鬼怪显灵。对我们来说，手机可能只是火车上让人心烦的小玩意儿；但对我们19世纪的祖先来说，火车已经是新生事物了，手机看上去将是纯粹的魔法。正如传播“科学和技术威力无限”的著名科幻作家亚瑟·克拉克（Arthur C.Clarke）所说：“任何特别先进的科技都和魔法难以区别。”这被称为“克拉克第三定律”，我后面会再探讨它。

第一位开尔文爵士——威廉·汤姆森（William Thomson）是19世纪英国最著名、最有影响力的物理学家之一。他曾令达尔文如芒在背，因为他用极大的权威“证明了”地球年龄之小，根本不容生物发生进化；但是我们现在知道，这是一个极大的错误。归功于他的，还有以下三个著名的、自信的预言：“无线电没前途”、“比空气重的飞行器不可能飞起来”、“X射线将被证明是个骗术”。他大力贯彻了怀疑论，以至于这为他博得（或者说挣得）了后世的嘲笑。

亚瑟·克拉克在其预言性作品《未来的轮廓》（*Profiles of the Future*，1982年）中讲述了一则类似的故事，警告我们“教条式怀疑论”具有危险：1878年爱迪生宣布他正在研究电灯，英国议会立即成立了一个委员会来调查其中的虚实。这个专家委员会报告：爱迪生的异想天开（即我们今天所知的电灯——作者注）“对我们大洋对面的朋友来说，是不错的成绩……但不并值得实业人士或科学家关注”。

为防止这些故事听起来像是一系列反英宣传，克拉克也援引了两位美国杰出科学家对飞机议题的评论。天文学家西蒙·纽科姆（Simon Newcomb）实在很倒霉，出言不慎说了下面这段话，撞到了枪口上，因为在此后不久的1905年，莱特兄弟就实现了开拓蓝天的丰功伟绩。

> 结合我们已知的材料、机器形态和动力形式，不可能构成一架实用的机器，使得人类能够在空气中长途飞行。在笔者看来，对这一问题的演证，就像对任何物理事实的演证一样，都已证明完毕。

另一位美国著名天文学家威廉·亨利·皮克林（William Henry Pickering）明确地说，比空气重的飞行器虽然是可能的（他不得不这样说，因为形势比人强——莱特兄弟已经实现了载人飞行），但永远不会成为一个可靠的实用建议：

> 大家的脑海里往往呈现这样的想法：巨大飞行机器，就好像我们的现代汽船一样，运载大量旅客快速飞越大西洋……可以稳妥地说，这类想法是十足的幻想；即使飞行器能运载一两名旅客飞越大西洋，其费用也将令人不堪重负……还有一种流行的谬论是期望它们获得巨大的速度。

皮克林接着通过权威地计算空气阻力效应来“证明”飞机的速度永远不会超过他那个时代的高速列车。乍一听，皮克林的话很像1943年时任IBM总裁的托马斯·约翰·沃森（Thomas J.Watson）所说的“我认为全球市场对电脑的需求量可能是5部”。但将这两位相提并论并不公平。沃森的确预言过“电脑将越来越大”，就这一点来说他是错的；但他并没有像开尔文爵士等人贬低航空旅行那样，贬低电脑在未来的重要性。

这些搬起石头砸自己的脚的故事，对于过度热情的怀疑论者来说，的确是严厉的警告。对于任何看着不熟悉或暂时无法解释的事情，固执己见的怀疑都不是一种美德。那么，这种教条式怀疑论和我公开宣称的“对星相学、猫王复活的怀疑论”之间，到底有什么区别呢？我们怎么能知道什么时候怀疑论是对的，什么时候又成了刚愎自用、不可容忍的短视呢？

让我们思考一下人们可能告诉我们一系列类型的故事，并思考我们应该用什么样的怀疑态度去对待这些故事。最开始的那些故事，可能是真的，也可能是假的，但我们并没有特别的理由去怀疑它。例如，在伊夫琳·沃（Evelyn Waugh）的《武装的人》（*Men at Arms*，1952年）一书中，喜剧角色阿普索普（Apthorpe）常常对叙事人盖伊·克罗奇贝克（Guy Crouchback）谈起他的两位婶婶，一位住在彼得伯勒，一位住在顿布里基·威尔斯。临死时，阿普索普终于坦白他只有一位婶婶。哪一位是编的呢？盖伊·克罗奇贝克问他。“当然是彼得伯勒的那位。”“你可真的把我骗苦了。”“是的，这是一个很好的玩笑，不是吗？”

不，阿普索普开的并不是一个好玩笑，正因为如此，才让伊夫琳·沃说笑话拿阿普索普开涮成为趣事。毫无疑问，有很多资深女士居住在彼得伯勒，所以如果有人告诉你他有一位婶婶住在彼得伯勒，你并没有什么理由来认为他在说谎。除非他有特别的动机要欺骗你，否则你怎么会质疑他呢？如果兹事体大，你才应该明智地去动身寻找必要的证据。那么现在，假设有人告诉你，他婶婶能够通过冥想和意念浮在空中，她盘腿而坐，通过美善的冥思，再念一些咒语就可以让自己离开地面，悬浮空中，甚至翱翔起来；你为何会对此大表怀疑，远甚于怀疑那位告诉你“有婶婶住在彼得伯勒”的男子呢？毕竟这两个事件，都有人声称目睹，你为何厚此而薄彼呢？

最明显的回答就是：科学无法解释“通过意念力悬浮空中”。但是，这仅仅指的是今天的科学。这个问题直接把我们带回了克拉克第三定律，以及重要的一点：任何时代的科学，都不能解答所有的问题，并且任何时代的科学终将被取而代之。也许将来某一天，物理学家将彻底理解重力，并研发一种反重力机器。从而，对于我们的后代来说，那位婶婶悬浮空中就好比今天的喷气式飞机一样稀松平常。那么，克拉克第三定律是否就授权我们去相信随便什么人杜撰出来的奇谈怪论呢？如果有人声称目睹了他婶婶盘腿悬浮空中，或者一个土耳其人坐在魔毯上垂直飞升到清真寺的塔楼，我们是不是也应该对他的故事照单全收？——鉴于我们的祖先曾经怀疑无线电的可能性，但后来证明他们都错了。不，这些当然不足以让人相信悬浮和魔毯。但是，为什么不能呢？

克拉克第三定律反过来并不成立。已知“任何足够先进的科技都和魔术难以区别”，并不能推论出“（随便什么时候的）随便什么人编造的一套奇思怪想，都会符合将来的科技进步”。是的，在一些场合，一些表示怀疑的学术权威被啪啪打脸，黯然离去。但是，人们做出的多得多的奇思怪想，则从来没有被证实是对的。今天使我们吃惊的绮梦幻想，有少许会在将来成为现实；但是今天更多的奇思怪想，在将来也不会成为现实。关键是要披沙拣金、去伪存真，从那些永远属于奇幻和魔法范畴的诳语中，甄别出来可能发生的少数事情。

如果你听到了一则惊人的或奇迹的故事，你得首先问问自己，提供消息给我们的人，有没有骗人的动机？或者，我们可以用其他方法去评估他的可信度。我记得在一次招待晚宴上碰到一位哲学家，他给我讲了如下的故事：有一天，他在教堂里，看到一位牧师，保持跪姿悬浮在离地面20多厘米的空中。在他继续讲述他所目睹的另外两件怪事的时候，我很自然地增加了对这位晚餐伙伴的怀疑程度。他说，有一次作为不良少年的监护人，他发现这些少年的阴茎上都有“我爱妈妈”的文身。这些故事虽然令人难以相信，但也并非没有可能。和牧师悬浮空中的情况不同——如果少年文身

的事是真的，并没有任何“科学大道理”能够质疑此事。不管怎么说，它给我提供了一个有用的参考视角，来评估这个人的诚实性。在另外一个场合，这位爱讲奇闻逸事的话唠先生说，他看到一只乌鸦在划一根火柴，同时支起一个翅膀挡住刮来的风，我忘记了这只乌鸦是不是还在香烟里放了一些毒品。上述的三个例子加在一起，应该要认定我的这位朋友是一位不可靠的（虽然爱逗乐的）“目击证人”。说得淡然一些，在我看来，假设他是一个撒谎者的可信性，远高于“他那三个牵强的故事是真实的”这个假设。或者也很有可能他是一个疯子、一个产生幻觉的癔症患者，或者他是在研究牛津大学的先生们是否轻信。

作为一名哲学家，这位教授应该知道由18世纪苏格兰大哲学家大卫·休谟（David Hume）建立的逻辑检验方法，我认为那是无懈可击的：

> 没有什么证词足以建立一个奇迹，除非这一证词为假的话，会比它试图建立的事实更加荒诞离奇。

——《论奇迹》，1748年

我将以休谟思想为指导，去检验一个据说“被确切地证实了的奇迹”，据说有7万多人目睹了这一神迹，而且这一事件尚在当代人的记忆之中。这就是法蒂玛圣母显灵事件。我引述某罗马天主教网站上的一段话，它指出，在很多宣称目睹圣母马利亚的事件中，这一件的不同寻常之处在于，它得到了梵蒂冈官方的承认：

> 1917年10月13日，7万多人齐聚于葡萄牙法蒂玛城的科瓦达伊利亚广场（Cova da Iria）。他们来这里是为了见证一个神迹，圣母预先把这个神迹告诉了三位年轻信徒：露西亚·多斯桑托斯（Lucia dos Santos）和她的两位表姊妹——雅辛塔（Jacinta Marto）和弗兰西斯科·马托（Francisco Marto）……午后不久，圣母现身于三位信徒面前。圣母将要离去的时候，指了一下太阳，露西亚激动地重复了这一动作，人们仰望天空……然后人群中发出了恐惧的倒吸气的声音，因为太阳仿佛挣脱了天空，就要坠落到恐惧的人群当中……就在那个火球要砸到人们头上毁灭他们的时候，神迹终止了，太阳又返回了原位，像往常一样发出平和的光芒。

如果看见太阳移动之神迹的人只有一个露西亚（首先要对法蒂玛崇拜负责的少女），就不会有很多人把它当成一回事儿——这可以解释成一个人的幻觉，或是明显有所图谋的谎言。可是有7万人目睹了这一奇迹，难道这7

万人同时成为了幻觉的牺牲品？能有7万人串通起来撒同一个谎吗？或者实际上并没有7万人，那么，编造人数的记者，又怎么能够逃脱天下悠悠之口呢？

让我们应用休谟的判断标准。一方面，我们被要求去相信这是一次大众幻觉，是光线玩的把戏，或是7万人合谋撒谎。这确实不大可能。但从另一方面看，“太阳确实发生了移动”就更不可能了！高悬法蒂玛上空的太阳不是某些人的私有财产，而是照耀地球白昼一边亿兆斯民的共同的太阳。如果太阳真的移动出位，而如此剧变只被法蒂玛的几万人所目睹，却不被法蒂玛之外的几十亿人所看见，那么这就应该是一个更大的奇迹。人们忽略了这样一个事实：如果太阳真的以传说的速度移动，整个太阳系就要崩溃了。我们别无选择，只能按照休谟的思路，选择比较现实的解释，得出结论：与梵蒂冈的官方信条相反，根本就没有发生过蒂玛奇迹。还是不要让我们来解释7万名目击者怎么会受到误导吧？

休谟的论证仍然是关于权衡概率的问题。如果走到我们设想的一系列奇迹的极端，是不是有我们可以完全排除和永远排除的推测或宣言呢？物理学家都认可：如果有发明家申请永动机专利，你甚至看都不用看他的设计，就可以稳妥地驳回，因为任何永动机都违反了热力学定律。亚瑟·爱丁顿爵士说过：

> 如果某人向你指出，你所宠信的有关宇宙的理论与麦克斯韦方程组不一致——这对于麦克斯韦方程组可能也不妙。如果发现它与观察所得相矛盾（好吧，除了那些实验员做事笨手笨脚的时候外），你的理论被发现违背了热力学第二定律，我就不能给你任何希望了。你除了在最深的耻辱中崩溃，再无选择。

——《物理世界的性质》，1928年

在这段话的第一部分，爱丁顿爵士聪明地故意退避三舍，从而使得他在第二部分的可信度更有冲击性。可是，如果你仍然觉得他太过自信，你觉得他是在挑战一些目前尚不能想象的未来技术，自找麻烦的话，我也只能随便你了。我不会逼人太甚，而是与休谟同在——对于相对概率采取较弱的立场。骗子、错觉、诡计、幻觉、诚实的错误或彻底的欺骗掺和在一起，就构成了一种更大的可能性，以至于我总是不相信那些随便的“观察”或“二手故事”会灾难性地推翻现有的科学。毫无疑问，现有的科学在将来都会被推翻（扬弃），但它绝不会败给奇闻逸事或电视表演，而是被严谨的研究、重复、解析、再次重复等所推翻、扬弃。

让我们回到“不可能性”的谱系中，“小精灵”会落在“阿普索普的婶婶”和“永动机”之间的某个地方。如果未来真的发现了一种小巧的、蝴蝶大小的人，还长着翅膀、穿着时髦的小衣服，那这不会违背任何重大物理学原理。它不会像发明永动机那样具有革命性。当然在另一方面，生物学家将要费很大心思，才能把小精灵纳入现有的生物分类系统。这些小精灵是从哪里进化出来的？化石记录和现有的动物学都未能显示任何“生有可以扇动之翅膀的灵长目动物”。如果他们是突然并且独立地进化成一个和我们十分相近的物种，那就着实令人吃惊，就像一些著名的假照片曾经使以容易受骗著称的亚瑟·柯南道尔爵士兴奋不已一样，假照片中的角色甚至穿着1920年代的时髦服装。

一些传说中的生物，比如尼斯湖水怪、喜马拉雅山的“可怕的雪人”耶蒂，还有刚果的恐龙等，位于光谱中更接近柯南道尔的“比较可能的传说故事”的地方。我们没有彻底的理由来否定“貌似蜥蜴的孑遗生物继续生存在尼斯湖里”。如果它们真的存在，或者在刚果发现了一种真正的恐龙，我将真的很难用语言告诉你——我和所有的动物学家们，将多么欣喜若狂。这样的发现既不会冒犯生物学规则，也肯定不会违反物理学定律。这些听起来不像真的，唯一理由，就是最后的恐龙生活在6500万年以前，从那时到今天，时间是那样漫长，很难让一个繁衍生息的种群隐藏下来而没有任何化石踪迹。至于耶蒂——有直立人或巨猿（*Gigantopithecus*）种群幸存下来这种前景，如果真的能让我相信的话，我不知道会多么兴高采烈。我深深希望我能（幸福地）认为这种想法的可信性胜过那个“休谟解释”选项——那些不过是幻觉，是旅行者编造的故事，或者是无辜地误读了被阳光放大的动物脚印。

1938年8月30日，奥森·威勒斯（Orson Welles）将赫伯特·乔治·威尔斯（Herbert George Wells）的科幻小说《星际战争》（*The War of the Worlds*）改编成广播剧在电台播出（这个广播剧现在仍然很有名），结果恐慌在听众当中蔓延，传说甚至有人因此自杀，因为他们听信了谣言，认为该剧的第一场是火星人入侵地球的可信的新闻公告。后来，这个故事成为人们取笑“美国人容易上当”的一个话柄——我就一直很为美国人鸣不平，因为来自外层空间的入侵并非不可能，而一旦发生外星人入侵，我们首先在广播里听到的，很可能只会是一则新闻快报。

飞碟的传说经久不衰，可是科学界倾向于拒绝相信这些故事。为什么？并不是因为“外星来客”不大可能，或者说非常不可能，而是因为——把它们解释为欺骗或幻觉更为合理。事实上，由认真负责的业余爱好者和专门的科学家组成的团队，的确花了不少精力去调查形形色色的飞碟事件，不厌其烦地考察了其中的细节。可是，调查一次又一次地揭穿了这些故事。调查的结果往往发现，很多飞碟事件都是简单拙劣的骗局。恶作剧的肇事者

有利可图，因为不管这些故事编造得多么低劣，总会有出版商花大钱买这些故事。这些伪造的故事还养活了生产飞碟图案T恤衫和马克杯的整个行业。或者调查发现所谓的“飞碟”就是飞机、飞艇或气球，只不过被人们从一个特别的角度看到，或者从某一个角度被照亮了。有时候“飞碟”是海市蜃楼或光线玩的其他把戏，有时候是秘密军事飞机的身影。

也许有一天，真的会有外星飞船来造访我们，但直到现在，与屡见不鲜的欺骗和幻象相比，任何飞碟目击报告为真的可能性仍然小得可怜。对我来说，令大多数飞碟事件之可信性大打折扣的理由是：非常滑稽，报道的外星人长得都和普通地球人差不多，或者很像最近电视上出现的虚构的生物。很多外星人和人类男性非常相像，以至于渴望同人类女性交媾，甚至生下可以繁衍后代的子裔。正如卡尔·萨根等人指出的那样，这些疯狂绑架人类的人形外星人，看来是17世纪之魔鬼和女巫的现代版本。

由于电视、报纸等权威媒体的煽动，星相学、特异功能和外星人来访已经敏捷地暗度陈仓，占据了广大观众的头脑。如果我没有说错的话，这种倾向利用了我们本性中值得赞扬的“好奇若渴”的一面，于是我们就在这里陷入了矛盾的境地——我们应该鼓励这种好奇若渴的倾向吗？但是，我们也完全可以安慰自己，因为科学能够更令人满意地“喂饱”我们的“好奇若渴”，用教育来打击迷信，应该不是一件难事。但我推想，还有“另外的一种力量”在起作用，使事情变得比较困难。这种力量就其本身来讲，是一种相当有趣的心理力量，我在本章剩余部分意图说明这一点，因为只有充分理解这一点之后，才能有效地限制它带来的危害。我所说的“另外的一种力量”，是一种正常的、从很多角度来看都值得拥有的一种儿童的轻信。但如果我们不注意它的发展，长大之后仍然童心不改，就会带来不幸的结果。让我从我的一次个人经历谈起。

我和我姐小的时候，在有一年的愚人节，父母和叔叔、阿姨们跟我和姐姐玩了一个简单的游戏。他们宣称在阁楼上发现了一架“他们小时候坐过的小飞机”，现在想让我们也坐着小飞机上天兜一次风。当时坐飞机还是稀罕事，我们异常兴奋。大人们的唯一的“乘机规定”是：我们必须蒙住眼睛。他们拉着我们的手，咯咯笑着跌跌撞撞地穿过草坪，然后把我们俩用皮带牢系在座位上。我们听到了引擎启动的轰鸣，经过一番颠簸之后，我们飞了起来，在不稳定的气流之中摇摇晃晃、盘旋飞行。不时地，我们明显地从树梢上掠过，因为我们感觉到了树枝轻柔地刷过身体，迎面还吹来一阵令人愉快的疾风。最后我们降落了，东倒西歪的飞行之后，我们脚踏实地地着陆了！大人们解开我们眼睛上的蒙布，笑着说穿了刚才的秘密。——其实哪里有什么飞机！我们仍然站在刚才“起飞”的地方，一步都没有离开过。我们刚才乘坐的“飞机”，就是摆在花园里的那把椅子；其实是爸爸和叔叔把它抬起来，一会儿向上，一会儿回转，一会儿猛然盘旋，模仿

飞机的飞行。根本没有引擎，只有一台吵闹的吸尘器，还有一台电风扇向我们脸上吹风。妈妈和阿姨站在椅子旁边，挥动着树枝，在我们身上拂来拂去。“坐飞机”的时候是那样的有趣。

我们那时候是轻信的儿童，对大人充满信任感，渴望着某一天真的像爸爸答应过的那样坐一次飞机，但那时候我们一点儿也没有纳闷为什么要蒙住我们的眼睛。如果真的有人带你去坐飞机，可是什么也不让你看见，不是很自然地应该问一问“为什么”吗？但是我们都没问。父母只是告诉我们，由于一些不能说明的原因，必须蒙上我们的眼睛；而我们马上就同意了。也许他们利用了人类“不要扫兴、破坏了惊喜”的祖传秘方。我们根本没有想到，如果大人们中至少有一个人曾是训练有素的飞行员，那他们为什么以前对我们保密呢？我认为我们当时甚至没有问是谁当过飞行员。我们的头脑中就是没有怀疑这根弦。我们对父母是如此信任，我们甚至不害怕飞机会撞到山上。后来大人解开了我们眼睛上的蒙布，告诉我们被当傻瓜耍弄了，但我们仍然没有停止相信大人们讲过的那些故事：圣诞老人、小妖精、天使、天堂、快乐狩猎场等等。有意思的是，我的母亲后来把这件事忘得干干净净，但她却记得小时候我姥爷跟她和她妹妹玩过同样的游戏。我姥爷扯得更过分，因为他的飞机是在屋子里“起飞”的，告诉孩子们说“飞机从窗户飞出去的时候要小心低头”。妈妈和她妹妹仍然上当了。

儿童天生就轻信。他们当然是这样，你还能指望他们怎么样呢？他们来到这个世界的时候，什么都不知道，相比而言，他们周围的成年人却似乎“无所不知”，比如知道火会烧疼人、蛇会咬人、不穿衣戴帽站在大中午的太阳底下会晒黑蜕皮，我们现在还知道这样会罹患皮肤癌，等等。而且，更科学的通过试错来学习、获得有用知识的方法，对儿童而言常常不可行，因为犯错误可能会付出惨重的代价。比如你妈妈叫你不要在湖边玩水，因为水里面有鳄鱼，你最好不要怀疑这是假的，不要把大人的话当作耳旁风。如果你说“谢谢妈妈，不过我还是想亲身试验一下”，结果，这样的试验十有八九会让你搭上小命。不难理解，为什么自然选择（适者生存）会惩罚喜欢试验和怀疑的头脑，而特别偏爱儿童的轻信。

但是，轻信也有一个并无救命作用的、不幸的“副产品”。如果爸妈告诉你某些假话，你也只能相信。你怎么会不相信呢？儿童的头脑还没有发育成熟，分辨不出什么是对真正危险的严肃警告，什么是吓唬（比如你要是不听话，就会变成瞎子、会下地狱等）。如果孩子们的心智已经足够成熟了，就再不需要这样的警告了。轻信作为一种救命的手段，同时也带来了不利的方面。你相信别人讲的话，不论真假。父母和大人们知道的东西太多了，所以孩子们也自然地认为大人们无所不知，应该相信他们。于是，当他们告诉你圣诞老人从烟囱里爬进来、用信仰“移山”等等，你当然也就相信了。

儿童容易轻信，因为他们如果要履行其生命中的“毛毛虫阶段”的角色，就需要轻信。蝴蝶生有翅膀，是因为它们的使命是定位异性蝴蝶究竟在哪里，以及把后代传播到一株新的可以提供食物的植物上。它们胃口不大，只需要偶尔吸食一点花蜜就满足了。与生长阶段的毛毛虫相比，蝴蝶吃的蛋白质很少。一般来说，幼期的动物都要为“长成能够生儿育女的成体”做准备，毛毛虫吃得多，就是为了早日化蛹成蝶，之后才能飞行和繁殖。为此目的，它们没有翅膀，但有强有力的咀嚼器官和专心致志的、嗜吃的好胃口。

人类儿童也因为类似的原因而需要轻信，儿童们是吞食信息的毛毛虫，他们将在一个复杂的、基于知识的社会中，变成能够养育下一代的成年人。对他们而言，最重要的信息餐饮来源是周围的长者，特别是自己的父母。毛毛虫具有上下颚能够吞吃甘蓝菜叶，能够咀嚼和吮吸汁液；小孩子也同样具有大大的眼睛和耳朵，有像海绵一样适于吸附的饥渴头脑，能够吸收语言和知识。他们是对成人知识的吮吸者。父母、先辈们创造的灿烂文化，这些海量知识如同信息之浪潮、智慧的洪水，涌入儿童的大脑。顺便说一下，很重要的一点：我们不能把这个毛毛虫类比扯得太远，因为孩子们是逐渐变成大人的，不像毛毛虫那样突然地化茧成蝶。

记得有一次圣诞节，我温和地挑逗一个6岁的小姑娘，我说，让我们来算一下，圣诞老人爬完世界上所有的烟囱需要多少时间？假设每根烟囱都长6米，总共有1亿户家庭有小孩，我故意地大声提问：那么在圣诞节的黎明到来之前，圣诞老人爬完所有的烟囱，速度要多快才行？他恐怕没有时间蹑手蹑脚地走到每个小朋友的床前吧，因为他的行动速度应该是突破了音障，对不对？这位小姑娘理解了我的话，认识到其中有问题，但她却一点也没有为此而烦恼，她放下了这个话题，不再追究。父母讲给她的故事很明显可能是假的，但小姑娘从来没有意识到这种可能性。虽然她说不出这样的话，但她的意思是这样的：如果物理定律使得圣诞老人不能施展本事的话，那么这些物理定律也同样处境不妙吧。她父母告诉她，圣诞老人要在圣诞夜的几个小时内爬进所有的烟囱，这就足够了。事情一定是这样的，因为爸爸妈妈就是这样说的。

我的主张是：轻信在儿童身上可以是正常的、健康的，但到成人身上就会变成不健康的、应受到谴责的。“长大成人”一词在其最完整的意义上，应当包括养成“健康的怀疑精神”。凡是容易上当受骗都被称为幼稚，因为这在幼童中很普遍——而且可以原谅。我怀疑这种幼稚在成人身上的延续，源于深深地怀念逝去之童年的安全感和舒适感。1986年，著名科普和科幻作家艾萨克·阿西莫夫很好地表达了这样一点：“只要观察一下伪科学中的每一个部分，你都会发现一条安全的毛毯、一根可以吮吸的大拇指、一片可以牵住不放的衣角。”对许多人而言，童年就像一个失去了的乡村乐

园，一个天堂，那么让人安心、信赖，它的梦幻可以带我们飞向无忧仙境。在我们躺在泰迪熊的怀里进入梦乡之前，可以听到各种催眠的童话故事……回头来看，纯真的童年，似乎过得太快。我喜欢父母带我坐旋转飞车，飞得高高的像放风筝，穿过树梢，喜欢他们给我讲牙仙子和圣诞老人、巫师墨林与他的咒语、婴儿耶稣与东方三贤士。所有这些故事丰富了童年，同其他许多事情一起，在我们的记忆中刻下了一段迷人的过去。

成年人的世界似乎寒冷、空洞，没有仙女，没有圣诞老人，没有玩具王国或纳尼亚异世界，没有死去的宠物都会去的快乐狩猎场，没有天使——守护天使或花园仙子。但是也同样没有妖怪、没有地狱烈火、没有邪恶的女巫、没有鬼怪、没有鬼屋、没有魔域、没有精灵或者食人魔。而且，泰迪熊和洋娃娃，原来并没有生命。但成人有同床共枕的伴侣，温暖、生动、温馨可人、能交谈、会思考，与儿童对毛绒玩具的爱相比，这种爱更具回报，不管曾经的玩具是多么温柔、可爱，让人不由得想抱在怀中。

没有正常地长大，就是将童年的“毛毛虫”本性（当时是一种优势）保留到了成年时代（这时就成为一种缺陷）。在儿童时代，我们的轻信很好地为我们服务。它帮助我们以非凡的速度，打包吸收我们父母、祖先的智慧，武装自己的头脑。但如果我们在应当的年纪还不能脱离这种幼稚，我们的毛毛虫本性就使我们成为星相大师、灵媒、邪教头目和江湖郎中们的活靶子。人类儿童的天性和精神上的毛毛虫本性，是为了浸淫于各种信息和知识当中，而不是去批判它们。如果后来发展起来批判的能力，那是因为克服了这些童年倾向，而不是因为这些童年倾向。儿童大脑中的吸水纸，是没有希望的苗床，不利于成人发展怀疑精神。我们需要用成年人的科学中的“建设性的怀疑主义”，取代儿童头脑中自动的轻信。

但我怀疑这里还有另一个问题。我们把儿童视为“信息毛毛虫”是过于简单了。在儿童轻信的程序中有一处拧巴，在我们理解它之前，它几乎是自相矛盾的。让我们回到之前所描绘的儿童世界：儿童需要尽快从前辈那里吸收各种信息，可是，如果两位大人——爹和妈——给你的告诫相互矛盾，你该怎么办呢？如果你妈妈告诉你“千万不能接近蛇，蛇都能咬死人”，可是第二天，你爸爸又告诉你“大多数蛇都能咬死人，但有一种绿蛇除外，你甚至可以把它当宠物养”。这时，你究竟要听谁的话呢？——两种告诫可能都是对的，只不过妈妈希望你见到蛇就尽量避开，她的话涵括更加广泛，虽然把绿蛇也包括在内，是冤枉好蛇了。而爸爸的话则更具体、有针对性，对你具有同样的保护作用，在某些方面优于你妈妈的话，但如果不因地制宜的话，就可能出危险（比如当你去到一个遥远的国度）。不管怎么说，这两种相互矛盾的告诫容易搞乱儿童的头脑，引起危险。事实上，为人父母者往往付出艰辛努力，避免互相矛盾，他们这样做大概是很明智的。但是，自然选择在“设计”轻信程序的时候，可能需要建立一种方法来

处理矛盾的意见，也许就是一个简单的优先规则，如“总是相信你最先听到的故事”，或者“首先相信妈妈，其次相信爸爸，最后相信其他成年人”。

有时候，父母告诫孩子们的特别目的，就是防止他们轻信其他成年人。父母应该给孩子的一条告诫是这样的：“如果有人说他是爸爸妈妈的朋友，让你跟他走，绝对不要相信他！不管他看起来多么和蔼，（特别是）给你糖吃也不能跟他走。只能跟你和你爸妈早已认识的成年人走，穿警服的人可以例外。”最近英国报纸报道了一则趣事：伊丽莎白女王的母亲、97岁的王太后有一次让其司机中途停车，因为她看到一个小女孩在路边哭泣，显然是走丢了。和善的老太太下车安慰小姑娘，并表示愿意送小姑娘回家，小姑娘却哭喊着说：“不行，不让我和陌生人说话。”在某些场合，父母要求孩子们做和“轻信”完全相反的事情：在面对诱惑和看似有理的、却与之前相矛盾的情况时，要坚定不移地相信之前成年人讲过的话。

“易受骗”和“轻信”这类词汇，本身就不太合适用来描述儿童。真正轻信的人，听信最近听到的任何话，即使这些话违背以前别人告诉他们的。我想方设法要加以阻止的，不是儿童们本性中纯真的轻信，而是一个复杂的、把容易上当受骗和它的对立面（一旦接受某一理念就顽固地坚持到底）结合在一起的东西。它的全部构成就是早期的极端容易上当，再加上后来的同样固执且不可动摇。你可以看到这样的结合有多么大的危害性。那些耶稣会老会士们知道他们所说的意味着什么：“把孩子的最先七年交给我，我就能交给你一个成人”（养儿七岁看到老）。

第七章 解析玄妙，见怪不怪

虽然没有绝对的显著理由，

来整饬人们的灵魂中黑暗的秘密，

但仍然要清理思绪……

——约翰·济慈，《睡与诗》，1817年

著名生育问题专家罗伯特·威斯顿（Robert Winston）曾设想了一位无良庸医在报纸上刊登一则广告，面向重男轻女的婚育人士，保证下一胎能生儿子（我并不支持这里潜在的性别歧视观点，但它无疑可以追溯到古代世界的各地，并且今天仍存在于很多地方）。广告词为：

五百英镑的独门秘方，

可圆你生男孩的梦想；

若最后未能实现愿望，

我全额退款给你保障。

退款之保证是为了建立人们对这种方法的信心。当然，实际上不管在什么情况下，生儿子的比率都大约是50%，所以这种骗术将有利可图。事实上，这个无良庸医甚至可以放心地修正他那无效退款的金额，生一个女儿的话赔偿250英镑，从长期经营的角度看，他仍然会财源不断。

1991年，我在皇家研究院的讲坛上进行了一次类似的展示。我说，我有理由认为，在我的观众当中，有一位能透视人心的通灵人，能够仅仅通过意念力量，影响事件的发生。我将尝试找出这个人。我说："首先，我们要确定通灵人是在观众席的左半边还是右半边。"我让大家都先站起来，同时我的助手抛掷一枚硬币。我要求左半边的人"用意念"使硬币正面朝上，而右半边的人"用意念"使硬币背面朝上。很显然，有一边的人要失败出局，所以他们可以坐下了。剩下的人再一分为二，仍然是一半选择正面朝上，另一半选择背面朝上，失败的人也坐下。这样一半一半地淘汰，硬币投掷过7轮或8轮之后，只剩下一个人还站在那里。"请大家为通灵人热烈

鼓掌。”他一定就是那位通灵人，不是吗？因为他成功地用意念连续8次影响了那枚硬币的朝向！

如果这个讲座进行电视现场直播，而不是先录制再播出的话，演示效果将轰动得多！我将邀请观看直播的场外观众参与进来，比如，凡是姓氏开头字母在J之前的观众请“用意念”遥控硬币正面朝上，其他观众“用意念”遥控反面朝上。这样角力，分出结果，接下来，“通灵人”所在的那一半再一分为二，继续角力，等等。我会请求每一位观众写下自己“用意念”影响正反面顺序的记录。如果有200万观众，那就需要大约21轮才会最后剩下一个人。为了保险起见，我会在21轮之前的某一轮（比如第18轮）停下来，然后邀请仍未出局的观众打电话进来。未出局的人可能很少，幸运的话会有人打电话给我。然后，我们请这位观众读一下他或她所做的记录：正、反、反、反、正、正、反、正、正、正、正、反、反、反、正、正、反、反。这一结果和官方记录完全一致，所以这个人成功地影响了18次投硬币的结果，这真让人佩服得五体投地。可是，我们为什么要佩服他？他靠的不就是纯粹的运气吗？我不知道是否有人做过这种试验。实际上，这个把戏的门道太明显，大概不会有多少人上当。但是，下面的情况将让人做出什么反应呢？

一位有名的“通灵人”上电视主持一档节目，这是一笔赚钱的生意，他的演出经纪人为他搞定了午餐时间的播出机会。他那仿佛可以催眠的迷人目光（感谢化妆师和灯光师）穿过千万台屏幕，望向观众。这位神奇的预言家口中吟诵：他感到自己的观众中某些人具有一种奇异的、精神感应的、和谐和跳动的宇宙能量。当然，这些人可以知道自己的身份，因为只要主持人念出一个神秘之咒，这些人的手表就会停。经过一段短暂的停顿，他桌上的一部电话突然铃声大作。致电者用十分敬畏的语气说，当“通灵人”念咒时，她的表停了。而且，她在看表之前就预感到了此事的发生，因为主持人炙热的目光似乎在与她的灵魂对话。她感到了“能量”的“振动”。甚至她的话还没有说完，又有一个电话打了进来——又有一个人的手表停了。

第三位致电者说，停下来的是他祖父的一只老挂钟。这种神通比停住一只小小的手表更惊人，因为手表里纤细的弹簧自然对咒语的反应更加敏感，相比之下老挂钟里钟摆更加沉重，本不容易被咒语“施法”改变！而另一位电视观众的手表，在这位著名的“大师”念出咒语之前就停下来了，这难道不更加凸显了“意念控制”那令人惊奇的力量？还有一只表更“急不可耐”地回应神秘力量——在节目播放的整整一天之前就停了，当时它的主人正在看报纸上那位“大师”的照片。演播室的观众们佩服得五体投地，难以言表。这毫无疑问是神通之力，因为它在整整一天之前就开始发挥作用了！“天上人间还有更多事呢，霍拉旭，我的诗人……”

但是，我们需要的不是倒吸一口冷气，而是冷静下来思索。本章探讨的主

题就是“通过计算某件事必然发生的概率，以拆穿这种巧合”。在这个过程中，我们还会发现，揭开那些看似神秘之巧合的内幕，远比面对它们瞠目结舌要有趣得多。

这样的计算有时很容易。在我的前一本书中，我曾告诉过读者们我的自行车车锁的密码，我认为说出这个密码没什么关系，因为很显然，看我书的读者，肯定不会去偷自行车嘛。但是很不幸，还是有人把我的自行车给偷走了。这次我换了一把新锁，并设了一个新密码：4167。我觉得这个号码很好记。41令我印象深刻，因为我在寄宿学校时，我的衣服和鞋子的随机编号就是41，而67是我应该退休的年龄。很显然，这里并没有什么让人感兴趣的巧合：不管数码是多少，我这辈子都在努力寻找一个容易记的密码，现在我找到了。更加无巧不成书的是，就在写这一段文字的时候，我恰好从牛津大学我的学院收到了一则通知：

> 许可使用打印机的教授，都需要输入一个个人登录密码。您的密码是：4167。

我的第一反应是：我肯定会弄丢这个通知（我去年就弄丢过一份类似的通知），所以必须想一个办法牢记我的密码。也许我要再发明一种和我记自行车锁密码一样的记忆秘诀？于是我再一次看了一眼通知上的数字，请允许我借用弗雷德·霍伊尔（Fred Hoyle）的科幻小说《黑云》（*The Black Cloud*）中简洁的一句话：“字纸上这个数字似乎惊人地变大了。”

我不需要一个新的记忆秘诀了，因为两个数字完全一样！乖乖，我想赶紧告诉我妻子这个惊人的巧合，但更冷静一想，我不应该这样大惊小怪。

随机发生这种巧合的概率，不难计算出来。第一个数字可能是从0到9中的任何一个，所以打印机密码和车锁密码的头一位数字4一致的可能性就有1/10。第二位数字也是从0到9中的任何一个，和车锁密码的第二位一致的可能性又是1/10。于是，和前两位数字巧合的可能性将是1/100。用同样的逻辑去推理剩下的两位数字，所有4位数字与车锁密码完全一致的可能性为1/10000。正是有了这样一个庞大的分母，才让我们能够防备偷车贼。

这种巧合令人印象深刻。但我们能从中得出什么结论呢？是正在发生神秘的和幸运的事情吗？是有守护天使在冥冥之中做着什么安排吗？是因为幸运星飞临了天王星吗？不。毫无疑问，这些都是纯粹的巧合。世界总人口远远多于一万人，以至于就在此时此刻，必然有一个人正在体验和我一样大感意外的巧合。这只是因为今天刚好是我发现这一巧合的日子；只是因

为在我撰写本章的这一天，发生的是这一个巧合，而不是另一个巧合。实际上，几周之前，我就在写本章的初稿，今天在巧合发生后我重新打开草稿，以插入这一逸事。当然，我可能还会在其他时间，多次修改和润色这段文字，但我不会将上面的那件事再移到“今天”：我老老实实地写下准确的时间。把时间移到“今天”，是夸大巧合的另外一种常用方法，因为这样给人的印象会更深刻，讲出的故事更加精彩。

我们可以用类似的计算，来揭露电视节目中似乎用“神通之力”停下人们手表的法师；不过我们只能进行估计，而不是准确的数值计算。思路如下：任何一只手表，都有一个小的概率在某一时刻停下来，我不知道这个概率确切的数值是多少，但这里有一种估算方法。比如，电子表的电池一般一年就会用完，所以一只电子表在一年内总要停一次。而因为人们常常会忘记给机械表上发条，所以机械表停下来不走的事儿更加屡见不鲜。电子表不会经常停下来，因为人们经常会记得提前更换电池。但两种表又都可能出其他各种各样的故障，所以仍然可能经常停下来不走。我们不妨先假设“每一只表在一年内都要停一次”。我们这样估计的精确度并不重要，因为理儿还是那个理儿。

如果某人的一只表在咒念之后三周才停下来，那么即使最迷信的人，也不会认为这件事与念咒有什么关系。我们需要决定的是：观众的手表停下来和通灵人念咒，这两件事发生在多长时间之内，可以算是同时发生，令人惊诧？大约5分钟，当然是绝对保险的，特别是这让主持人可以同致电者聊上几分钟电话，然后接听下一位观众的电话报告“表停了”，它们看起来会像是同时发生的。一年中大约有10万个5分钟，于是任何一只手表（比如我的手表）在某个特定的5分钟内停下来的概率就是十万分之一。这个概率很小，但是有1000万人在看这个电视节目，即使只有一半人戴着手表，那么也能推算出有25只手表将在这个时段内停下来。而且25只手表的主人即使只有1/4（即6人左右）拨打演播室电话，也绰绰有余地可以让那些天真的观众惊讶得目瞪口呆。特别耸动的是当有人报告说，他的表前一天就停下来了，或者自己的表虽然没停，可是祖父的老挂钟却不走了，此外，还有死于心脏病的逝者家属打电话说，逝者的“表”也停了下来，等等。这种巧事曾出现在以前一首伤感的歌曲中，歌名是“爷爷的钟”：

九十年来没有睡觉，

滴答、滴答、滴答，

计算生命的每一秒，

滴答、滴答、滴答，

爷爷刚去世，

钟也停下，再也不跑。

理查德·费曼1963年所做的一次讲座，在他逝世之后，于1998年出版发行。讲座中提到，他的结发妻子在晚上9时22分去世，后来发现她屋里的座钟也恰好停在9时22分。有些人会陶醉于这种巧合貌似具有的神秘，他们认为当费曼用简单、合理的话来解释这个谜，就带走了某种弥足珍贵的东西。实际上，那个座钟年代已久，经常出故障，稍微倾斜一点儿就往往会停下来，费曼自己就经常修理它。费曼夫人去世的时候，护士的职责是记录死亡的准确时间。于是护士走到座钟前面，可是钟处在了阴影中，为了看得清楚一些，护士便把座钟稍微地转向了朝向亮光的方向……于是，这只座钟便停下不走了。费曼告诉我们的是确实的真实情况，也是非常简单的解释，难道他就破坏了什么美好的事物吗？我不这样认为。在我看来，他正是在肯定一个有序之宇宙本身的优雅和美好。在这个有序的宇宙中，钟停下来，总有客观原因，而绝不是为了挑逗人们感情上的幻想。

话说到这里，我想发明一个专门术语，希望你原谅我使用这个（首字母）缩写词——巧事集（PETWHAC）代表“看似巧合之事件的集合”（Population of events that would have appeared coincidental）。“集合”是一个很怪的单词，但它的确可以作一个合适的统计学术语。我下面将不再继续用大写字母，因为大写字母在页面上看起来太过突兀。在通灵人念咒语之后的10秒钟之内，某人的手表停了下来，显然就属于“巧事集”，当然还有其他许多事件也属于“巧事集”。严格地说，这其中不应该包括祖父的老挂钟停了下来的那个人，因为那个法师并没有预言“自己的力量可以使某人祖父的老挂钟停下来”。可当祖父的挂钟真的停了下来，某些人马上就打电话进来，因为他们认为祖父的老挂钟停下来，远比自己的手表停下来更令人吃惊。这种奇怪的误解，更加凸显了通灵人神通广大、法力无边。因为他甚至都不用劳神说出口，就可以停下某人祖父的老挂钟！同样，法师也没有说过，有手表前一天就停下来，或者发生心脏骤停的老人的仪器停下来，等等事件。

有些人认为这类不可预料的事件属于“巧事集”。他们认为，一定有什么神秘力量在幕后发挥了作用。但当你开始采用这种路数思考之后，就越会觉得“巧事集”变得非常之大、无处不在。其实，这其中有让愿者上钩的诱饵。如果你的手表恰好在24小时前停下不走了，你可能并不需要过分地轻信、易感，就会把这件事纳入“巧事集”。而如果有人的表在念咒之前7分钟停下不走了，很多人都会印象深刻——因为7是一个很古老的神秘数字。而想必人们又可以推想到7个小时、7天，甚至……“巧事集”越壮大，对里面的各种巧合我们就更应该见怪不怪。老练的骗子最拿手的事，就是

让人们去想一件事的对立面（同样作数）。

顺便说一句，我故意为我想象的通灵人选择了一种比较惊人的把戏，电视上的钟表戏法通常没有这么惊人。有一个我们更熟悉的把戏是“发功让已停的旧表重新走动”。主持人要求观众站起来，从抽屉里或阁楼中找出那些已经坏了的手表，然后放在手上，等待通灵人发出咒语或传达一个催眠性的眼神。实际上发生的事情是：因为手掌温度可以融化手表内已经凝固的润滑油，所以手表便重新滴滴答答地走了起来，尽管只是走短短的几分钟。即便在所有观众中，仅有很小比例的人手上发生这样的事情，但经过那么多人的渲染，就会激发出一种令人满意的效果，使很多惊讶得分不清东南西北的人拼命地拨打电话。事实上，尼古拉·汉弗莱（Nicholas Humphrey）在其揭露怪力乱神的名著《找魂》（*Soul Searching*，1995年）一书中曾经解释：据调查显示，只要把停下来的手表放在手心里，至少一半都会重新走动，起码会走上那么一小会儿。

这里有另一个巧合的例子，可以让我们明明白白地计算出它发生的概率。同时，我们要借用这个例子来看一看概率论能怎样敏锐地改变我们对于“巧事集”的看法。我曾经有过一位女朋友，她和我的第一位女朋友生日是同一天（虽然不是在同一年）。她把这件事告诉了她的一位相信星相学的朋友。那朋友得意扬扬地问她，既然道金斯能在毫不知情的情况下，结缘两位具有共同“星相”的女子，那他还有什么理由来证明自己对星相学之神奇的怀疑呢？但让我们再次冷静地想一想，不难计算随机挑选的两个人生日碰巧相同的概率。一年有365天，不管第一个人的生日是哪一天，第二个人和他同日出生的机会都是1/365（这里就不计算闰年造成的小小差别了）。如果我们用任意一种特定的方法，把人们结成对儿，比如捉对儿逐一调查任一男子的所有女性朋友，那么她们之间生日相同的概率也是1/365。如果我们调查一千万人（这仍然少于东京或墨西哥城的人口数），那么其中构成这种离奇巧合的，将超过27000人！

现在，让我们想一想“巧事”的情况，来看一看当这种明显的巧合放在一个较大的人群中，会怎样变得不那么令人吃惊。把人们两两结对儿、造成明显巧合的方法，还有很多种。比如，一个人会有两个毫不相干的、但有着同样姓或名的女朋友；在“巧事集”中也会有生日相同的两位生意伙伴，或两个生日相同的人坐在同一架飞机上的相邻座位。在一架满载500多名乘客的波音747飞机上，“至少有一对邻座乘客生日相同”的概率超过50%。我们一般不会注意到这些事情，因为我们在填写冗长乏味的入境登记表时，不会越过别人的肩膀去偷看对方在写些什么。但如果我们真的都去看一眼，那么在大多数航班着陆之后，都会有某位乘客唠叨不休、神神叨叨地诉说自己“遭遇了超自然的神秘力量”。

生日碰巧相同的现象，还有更戏剧性的、更著名的表现方式：假设在一间

屋子里有23个人，数学家可以证明，有两个人生日相同的概率略微超过50%。两位阅读过本书早期草稿的读者问我，怎么解释这一惊人的论断？我十分同情天生就恐惧数学公式的人们，所以我只用语言来做一个简要说明。

我们反其道而行之，运用反证法，这会让问题变得更加简单：我们来计算在那间屋里“没有两人同日出生”的概率。首先，假设不包括闰年，而且那23个人当中有你有我。我的生日是3月26日，我不知道你的生日。但在一年的365天中只有一个3月26日，所以你和我生日不相同的概率是364/365（0.997）。但把我和你结成对子，只是这一间屋子里23个人随意组合成对排列中的一种。对于每一对儿，我们都需要把364/365自乘一下。有多少对儿组合呢？第一种猜测是23×23＝529，很显然这个数字多算了，因为它允许每个人都和自己配对，这很荒谬，也很没意义：我们每个人当然都是和自己同一天出生的！所以我们必须从可能组合的初步列表中减去23对儿，结果就是（23×23）－23＝506对儿。但这样算的话，我们仍然是把“你—我”和“我—你”都算进去了，这其中的明显失算是：如果我的生日和你的一样，那么你的生日当然也就和我的一样。换句话说，这种组合把每一对儿都计算了两遍。所以我们必须再把506除以2，得到253，这才是我们应该考虑的数字。接下来用纸笔计算要花很多时间，但用电脑（或对数表）就会很快得出结果——364/365自乘253次的乘积非常接近0.5。这就是这间屋里的23个人生日皆不相同的概率。

因此，从反证法的角度来看，在这23个人当中，至少有2人是同一天出生的这种概率也就大约是50%。如果这间屋里的人数是30而不是23，通过同样的计算就会得出，可以配成对儿的数目是[（30×30）－30]÷2＝435，然后364/365自乘435次，大约得到0.30，也就是说，有两个人同一天生日的可能性是70%。如果你每周日都去看橄榄球比赛，并用等量的钱两边下注，来赌出场的30名队员中有两个是同一天生日，你肯定能有不错的收入。大多数人都会凭着直觉来反对你的假设，可是他们错了。这种直觉性错误，往往会干扰我们科学地分析“神秘的巧合”。

这里我要说一个实际发生的巧合，虽然更难计算一些，但我们还是可以尽量算出它的大致概率。吾妻有一次给我丈母娘买了一只古董手表，表蒙子是粉红色的。她快到家门口的时候撕掉价格标签一看，不禁大吃一惊——表的背面镌刻的竟是她母亲名字的首字母缩写：M.A.B.。可怕吧？怪异吧？惊悚吧？著名小说家亚瑟·库斯勒（Arthur Koestler）一定会以此大做文章。享有盛誉的心理学家荣格（“集体无意识”概念的创立者）也相信，甚至一只书橱或一把小刀，都能被通灵力量所感应，发出惊雷般的响应。但贤哉吾妻，更有理智，她只是觉得买到一只姓名缩写如此巧合的表，真是天赐良机，应该把这么有趣的故事和我分享——于是我又把这件事告诉

了广大的读者。

那么，发生这种巧合的概率是多少呢？我们可以用一种简单的方法进行计算。字母表中共有26个字母，如果你母亲的名字缩写是3个字母，那么你在任意一块刻着3个字母的手表上发现同样字母的概率就是 $1/26 \times 1/26 \times 1/26 = 1/17576$。英国有大约5500万人。如果每一个英国人买了一只镌刻着3个缩写字母的古董手表，那么我们就能期待会有3000多人碰到这种令人咋舌的巧合：手表上面已经刻好了他们母亲名字的缩写字母。

实际的概率还要大于这个数字。因为刚才过于简化的计算，把每个字母作人名缩写的概率都定为1/26，这是不对的，这仅仅是字母表中所有字母的平均概率。但在实际生活中，有的字母（如X和Z等）几乎无人使用，而M、A、B等则被大量的人使用：设想，如果巧合缩写是X.Q.Z.的话，那反倒更加令人吃惊。我们可以通过抽样调查一本电话簿，来证明对这个概率的估计。抽样调查是在不能直接计算概率时，估计某一事件的正当方法。伦敦电话簿是可供抽样的好对象，因为它的信息量很大，而且伦敦既是吾妻买那只手表的地方，也是我岳母生活的城市。伦敦电话簿里的私人电话号码大约有85060栏英寸，或者说1.34栏英里，其中姓氏以B开头的有8110栏英寸。也就是说，大约有9.5%的伦敦人，姓的第一个字母都是B，远远超过了作为26个字母之一的平均值3.8%（即1/26）。

所以，在伦敦随机找一位市民，姓以B开头的概率就是9.5%。那么以M或A打头的相应概率是多少呢？从电话簿中去查找这些姓名缩写要花很多时间；而且这样做也没有什么意义，因为电话簿本身也只是一种抽样。比较容易的做法是对一本电话簿进行二次抽样，这其中所有姓名缩写都按字母顺序方便地排列。任何一个姓的序列都是如此。我们以英国人最常见的姓氏史密斯（Smith）为例，看一看到底有多少人是M.史密斯，多少人是A.史密斯。可以合理地认为，这些大约就能代表伦敦人口中姓名缩写巧合的概率。结果，史密斯们占据的篇幅超过20栏码，其中M.史密斯有53.6栏英寸，占全部史密斯的7.3%；A.史密斯有75.4栏英寸，占10.2%。

如果你是一名伦敦人，并且姓名缩写是3个字母，那么你的姓名缩写是M.A.B.的概率就是 $0.102 \times 0.073 \times 0.095$，大约等于0.0007。英国人口是5500万，这意味着全国有3.8万人姓名缩写是M.A.B.，不过前提是这5500万人每个人的姓名缩写都是三个字母。很显然，并不是每个人的姓名缩写都是三个字母，但再看一次电话簿，就可以发现至少大部分人的姓名缩写是3个字母。按照保守一些的估计，即使只有一半英国人姓名缩写是3个字母的话，那也仍然有1.9万人的姓名缩写和我岳母的一模一样。如果这块表被他们中的任何一位买到，他/她想必也会被这样的巧合惊得瞠目结舌。但我们的计算已经表明，其实并没有理由大惊小怪。

的确，如果我们使劲儿想一想“巧事集”的问题，就会发现我们越发没有理由为此大惊小怪。M.A.B.是我岳母未婚时的姓名缩写，她结婚以后姓名缩写改为了M.A.W.。但如果在那块表背面镌刻的是她婚后姓名的缩写的话，恐怕也同样会使我的妻子吃惊。而在电话簿里，以W开头的姓，常见程度大概亦不逊于以B开头的姓。基于这种考虑，在英国与我岳母“姓名缩写相同”的人数就增了一倍，因此使得“巧事集”的规模也几乎翻了一番。而且，如果有一个人买了一块表，结果发现上面镌刻的不是她母亲的姓名，而是她本人的，那她肯定会觉得这种巧合更加稀奇，更值得纳入到日益壮大、源源不断的“巧事集”中。

我曾经提到，已故小说家亚瑟·库斯勒非常热衷于巧合之事。他编撰的《巧合之根》（*The Roots of Coincidence*，1972年）一书中有几篇故事来自书中主人公、奥地利生物学家保罗·卡米尔（Paul Kammerer）的收集。卡米尔以曾发表一个捏造的实验而著称，据称这个实验在产婆蟾身上演示了“获得性特征的遗传”。下面就是库斯勒转述的一个典型的卡米尔式的故事：

> 1916年9月18日，我妻子在J.V.H.教授的候诊室里等候叫号时，阅读了一本《艺术》（*Die Kunst*）杂志，深深地为一位画家的作品所倾倒，于是在心中记下了画家的名字——史瓦巴赫，以便日后有机会去欣赏原画。正在这时，门开了，一名护士对候诊病人喊道：“史瓦巴赫夫人在吗？有电话找。”

似乎并不值得大费周章地去估计这件事的巧合概率。但我们至少可以写下一些我们估算其概率所需要知道的事情。“正在这时，门开了”的表述是有点含糊的，究竟是指这位女士看到史瓦巴赫的画作并用心记住的1秒钟之后呢，还是20分钟之后呢？这段时间间隔到底有多长，以至于她仍认为是个巧合而惊奇不已？此外，这当然与史瓦巴赫这一姓氏的罕见程度也有关系：如果是施密特或施特劳斯，就不会给我们留下如此深刻的印象；但如果是特威斯特勒顿 - 维克汉姆 - 法因斯或纳奇布尔 - 休格逊的话，那就更令人吃惊了。我居住地的图书馆里，没有维也纳的电话簿，但只要浏览一下另外一部大的德语地区的电话簿，比如柏林的电话簿，可以找到六七个叫史瓦巴赫的人。这个姓氏不很常见，所以可以理解那位女士为此而惊讶。但我们还需要进一步想一想，考虑到“巧事集”里成员的数量，同样的事情既可能发生在另外一个医生的诊所，也可能发生在某牙医的候诊室，还可能发生在某政府部门的办公室等。当然，这样的事情既可能发生在维也纳，也可能发生在其他城市。人们头脑中应该牢记不忘的是：发生巧合的机会，其数量是多么庞大！任何一次（潜在的）巧合，如果碰巧发生了，人们都会认为它像实际发生的巧合那样，不同寻常。

现在，让我再来谈另一种巧合之事，但这一次却很难进行概率计算。请考虑一下我们经常引用的这样一种例子：一个人多年之后突然梦见自己的一位老友，然后第二天突如其来地收到他的一封信，或者得知他于那天夜里去世了，或者不是老友本人去世而是老友的父亲去世了，或者他父亲没有去世，而是赌赢了一场球赛，等等。请看一看，一旦我们放松警惕，“巧事集”的壮大会有多么迅速。

通常，这类巧合故事是从一个很大的信息来源范围内收集来的。有些大众报纸的通讯栏中经常刊登读者来信，这些读者只有经历惊人之巧合的时候，才会投书报章。其实，为了决定我们是否应该感到吃惊，我们首先需要了解这份报纸的发行量。如果发行量是400万份，那么，如果我们每天读不到惊人的怪事，那本身就是怪事了。因为在这400万人之中，只需要有一个人遭遇巧合事件，报纸就很可能进行广而告之，告诉所有的读者。但是，我们很难判断一个人遇到的这件特殊巧合事件的概率，例如，一个人某天晚上突然梦遇自己的一位遗忘多年的老朋友，而老朋友正好在那天去世了。但不管这一概率是多少，它肯定远远大于四百万分之一。

因此，如果我们在报纸上读到，在世界某地，读者之一或其他什么人经历了某种巧合事件，我们真的没什么理由为之所动。这一反对“大惊小怪”的论证是完全成立的。然而，仍有一些潜藏的事情可能令我们心烦。你大概乐于承认，从一份广泛发行之报纸的读者的角度，我们没有理由惊讶于在几百万个读者之中，有另一位读者拨冗向报社倾诉自己遇到的怪事巧事。但是，如果这件事凑巧就发生在你的身上，你就仍然难以摆脱那种惊悚诧异的感觉。这并不仅仅是个人的偏见。这其中大有道理。我所遇到的几乎每个人都有这种感觉。如果你随便找个人问一问，他们很可能会告诉你至少一次很神秘的巧合。表面上看来，这削弱了冷静派认为的“报纸的巧合故事是从一个巨大的巧合汇集地（几百万读者）中精选出来的”这一观点。

但这实际上并未削弱这一观点，其原因如下：虽然每个人都是一个个体，但我们同时构成“海量”的机会，去发生巧合事件。我们每天度过的平凡日子，都是由各种事件组成的连续系列，这中间任何一个事情，都可能构成一次巧合。比如我现在正在看墙上挂着的一幅外星人面孔一样的、深海鱼类的照片。有可能就在此时，电话铃将响起来，有一位自称是鱼先生（Mr.Fish）的人要找我。那么好吧，我就在这里等等看……

电话铃并没有响。我的意思是：在一天的任何时刻，不管你在做什么，都有可能发生某些事，比如来了一个电话。如果确实发生了，事后回顾起来就有可能被评定为一次稀奇的巧合。一个人的一生中有这么多分分秒秒，如果他/她从来没有遇到过一次令自己吃惊的巧合，那倒是真的相当不可思议了。比如，在目前这个具体的一分钟，我的思绪飞向我的一位45年没

见过面的老同学哈维兰（我已经记不起他长的什么模样，教名是什么）。如果此时，恰好有一架哈维兰公司制造的飞机飞过我的窗前，那我岂不就碰上了巧事一桩？当然，我得实话实说地告诉读者，此时并没有哈维兰公司的飞机飞过我的窗前。但是，我可能又继续去想别的事儿了，这又提供了碰到其他巧合的机会。所以，每天、每时、每刻，都有发生巧合之事的机会，碰上了就是碰上了。但是，人们永远也不会去注意（或去报道）那些未能发生的巧事。

在巧合事件中，人们嗜好发现一定的意义或模式，而不管这其中是否有真正的意义，这至少表现出人们普遍乐于寻找一种模式的倾向。这种倾向是值得鼓励的，也是有用的。在这个世界上，有很多事件及特征，的确被归入了非随机的模式，这会帮助我们（以及很多动物）来侦测到这些模式。困难之处在于——如何在两个巨大的危险之中安全地航行？一个危险是侦测到看似存在、但实际上不存在的模式（误报）；另一个危险是有确实存在的模式，却没有被侦测到（漏报）。统计科学的主要任务，就是帮助我们渡过这一段左右为难的危险航程。实际上，远在人们研究出统计方法之前，人类和其他动物就已经是凭直觉的优秀统计学家了。但不管是人，还是动物，又都很容易犯下忽左忽右的错误。

这里有一些自然界真实存在的统计模式，但并非异常明显，连我们人类也不是一开始就知道的。

真模式	难以察觉这种模式的原因
分娩在统计上发生于性交之后约266天。	实际的时间间隔在平均数266天上下浮动。性交发生的频度远大于因此而怀孕的频度，因此怀孕源于性交这一点就不那么明显了，怀孕为什么不会是其他高频度行为（如吃饭）的结果呢？
只有在月经周期的中间阶段最有可能受孕，而相对地不会在月经前后。	参见上面。另外，没有来月经的女性不会怀孕。这是一个虚假的关联，对幼稚的头脑而言，甚至意味着真相的反面。
抽烟会引起肺癌。	很多抽烟的人并没有得肺癌，也有很多肺癌患者从不抽烟。
在鼠疫流行时，接近老鼠尤其是它们身上的跳蚤，都容易被传染。	毕竟到处都有老鼠和跳蚤。老鼠和跳蚤与这么多事情有关联，比如肮脏和“败坏的空气”，以至于很难确定这许多关联因素中，哪一个最重要。也就是说，不合逻辑的假性因果关联又一次拦住了去路。

还有一些人们误认为自己发现的模式，其实是假模式：

假模式	容易造成误导的原因
求雨舞（或活人祭、在雪貂肾脏上洒羊血，或者某些特定神学赖以为基础的残暴习俗）可以结束干旱。	有时候求雨的舞蹈（等）之后是会下一场雨（等），于是这些少见的运气，就深深地铭刻进了人们的头脑。如果求雨舞之后没有下雨，人们会认为是仪式中的哪些细节出了问题，或者神灵在为其他事情而愠怒。总之，不难找到一些足以使人们相信的借口。
彗星和其他天文事件能给人们的生活预示危险。	参见上面。用宇宙现象来虚构神秘，符合占星术士的利益，就像让人相信求雨舞或在雪貂肾脏上洒羊血等仪式无疑符合牧师和巫师的利益一样。
一个人如果一直倒霉的话，总会否极泰来。	如果是一直倒霉，我们就认为他/她的坏运还没有结束，于是就更加希望看到其最终结局。如果坏运不再继续，似乎就证实了这个预言。我们下意识地把一件好事定义为“一连串”厄运的终结，那么必然就会否极泰来了。

我们人类，并不是自然界中寻求非随机之统计模式的唯一动物，也不是会在这方面犯“可以被称为迷信的错误”的唯一动物。这两点得到了所谓的“斯金纳箱”装置的清楚验证。以美国著名心理学家斯金纳（B.F.Skinner）的名字命名的“斯金纳箱”，构造简单却用途广泛，一般用来研究鸽子或老鼠的心理活动。这种箱子安装了一个或几个开关，连到箱子的一面内壁，里面的实验动物（如一只鸽子）可以通过啄开关进行操作。箱子中设有一个电动控制的喂食器（或者其他奖赏）。开关和奖赏有机关相连，只要鸽子啄开开关，就能够触动机关，打开喂食器。在最简单的设置中，鸽子每一次啄开关都能得到食物。鸽子能很容易地学会执行这个任务。老鼠也能学会；在更大的、更坚固的斯金纳箱中，甚至连猪也学得会。

我们知道“连接开关与喂食器的因果链是电动装置”，可是鸽子不知道。在

鸽子看来，啄开关就是一种“求雨舞”。此外，我们可以把这种联系设置为一种比较微弱的、统计性的联系。比如可以把装置设定为：不是每啄一下，电动喂食器都会打开，而是必须啄十下，才会打开。这可以真的意味着“必须啄十下”。或者，也可以设为平均每啄十下，喂食器才会开启一次，但在任何一次具体情况中，需要啄的次数都是随机定的。或者，可以用一个计数器来决定，鸽子有1/10的概率会得到奖赏，但是却说不准是什么时候。鸽子和老鼠要学会的打开开关的方法，就是对人而言，也需要是一位不错的统计师，才能觉察其内在规律和因果关系。我们可以用一种只有少数啄击能得到赏食的程序，就让它们忙个不停。有趣的是，啄击时偶然才能得到食物这种方式让鸽子们学到的习性，持久性要超过每次啄击都能得到食物所学到的习性，甚至当供给食物的电源已被完全切断之后，鸽子仍然在不屈不挠地啄个不停。你只要想一想就会明白，这其中大有深深的教育意义。

因此，鸽子和老鼠是相当不错的统计师，能够在它们的世界中发现微弱的统计规律。它们的这种能力，想必既能在自然情况下为它们服务，又能在斯金纳箱中为它们服务。斯金纳箱外的生活模式更加丰富多彩——世界就是一个更庞大、更复杂的斯金纳箱，里面充满了各种各样的统计性模式。野生动物的行动，往往跟随着回报、惩罚或其他重要事件。这样的因果关系往往不是绝对的，而是统计性的。一只鹬把自己那长长的、弯曲的喙戳入泥中，会有一定的可能性抓到一条虫子。戳入泥中事件，和找到虫子事件之间的关系，是统计性的，而且是真实的。围绕“最佳觅食理论”已经形成了一整个专门研究动物行为的学派。野生鸟类表现出相当复杂的能力，能够“运用”统计学，评价不同地区食物的丰富程度，并且相应地分配捕食时间。

让我们再回到实验室。斯金纳建立了一个很大的研究学派，使用他发明的“斯金纳箱”服务于很多不同目的的精细研究。1948年，他在标准斯金纳箱技术的基础上制造了一类天才的“超级版斯金纳箱”。这一次，他完全终止了行为与回报之间的因果关联。他新制造的这种装置不管鸽子们做了什么，都会不时地“奖励”它们。实际上，现在所有这些鸽子要做的，就是袖手旁观，等着食物掉出来。可是，事实上很多鸽子并没有这样做。在十之八九的试验中，鸽子都建立起了一种被斯金纳称为“迷信”的行为，它们完全就好像真的在学习一种获得奖励的习性。至于这种受赏习性的精确组成，则因鸟而异，每只鸽子的行为方式都不一样：一只鸽子好像陀螺一样转圈——在两次打赏期间会逆时针转两三圈；另一只鸽子不断地把头伸向盒子上方的某个特殊角落；另有一只好像在做抬头的动作，似乎是在用它的头掀起一块看不见的幕布；此外，还有两只鸽子，不约而同地编排出了有节奏感的舞蹈，用头和身体做从这边到那边的“钟摆摆动”。这最后一种习性，碰巧看起来非常像是某些极乐鸟的求婚舞。斯金纳使用“迷信”这个

词，是因为从鸟儿的行动来看，就好像它们认为“这种习惯性动作对于赏食机制具有因果性影响”。当然，我们知道，两者之间其实毫无关系。这不过是鸽子版的“求雨舞”而已。

一种迷信习性一旦建立起来，就可能持续数小时之久，甚至在喂食器电源被切断之后，仍能持续很长时间。此外，就好像一位风琴演奏家持续提升自己的演奏一样，这种习惯在形式上并非一成不变。在一个典型案例中，鸽子的迷信习性始于突然将头从中间位置甩向左边。随着时间的推移，这个动作变得更加充满激情，然后整个身体都向同一方向摆动，同时脚步迈出一两步。经过很多个小时的“动作漂移”，这种向左迈步的动作成为这个习性中的主导性特征。这种迷信习惯本身，可能源于这一物种内置的某一“天然曲目”，但我们仍然可以说，在上述背景下履行这些迷信习性，并且不断重复，对鸽子来说不是天生的。

斯金纳的“迷信的鸽子”，其行为就像统计师，但它们是“搞错了状况的统计师”。鸽子们警觉于自己世界中各种事件之间可能的联系，特别是警觉于它们所希望得到的食物嘉奖和它们力所能及的行动之间的联系。一种习性（如鸽子把头伸向盒子上方的某个角落）是偶然形成的。一只鸽子只是在喂食器哐当一声打开之前，偶然地把头伸向了盒子上方向。可以理解的是，这只鸽子就发展出了一种试验性假设，认为这两个事件之间有一种必然的联系，于是它再次把头伸向了那个角落。果然，由于斯金纳设计的计时机制带来的碰巧走运，食物又如愿地掉了出来。事实上，如果那只鸽子做一个试验——不把头伸向盒子上方的那个方向，它会发现食物仍然会掉下来。但要领悟到这一步，那就需要一位比我们大多数人类还要优秀的、并且更爱怀疑的统计师来做受试者了！

斯金纳将自己的试验对照了赌徒玩牌时发明的各种交好运的“学问”。这种行为，在草地滚木球场上，也是一道熟悉的奇怪风景：投掷者一旦抛球出手，就无法继续控制滚木球向目标球前进。但是，尽管如此，滚木高手在球出手后，总是会继续保持弯腰投球的姿势，把身体倾来倾去，似乎在向已经脱离其控制的球“拼命地发功”。有的人还常常对球喊加油之类的言语鼓励，这些当然毫无作用。而更精彩的——赌城拉斯维加斯的吃角子老虎机，就是一台不折不扣的对人起作用的“斯金纳箱”。只是人们要“啄击开关”的话，不仅需要拉动赌博机旁边的手柄，还必须向投币口里喂钱。这实际上是一个糊弄傻瓜的游戏，因为赌场老板早就为机器设定好了程序，胜算的概率他早已胸有成竹，不然的话，赌场老板怎么支付巨额电费呢？每一次拉动手柄是否会让参赌者获利，这种概率是计算好了的，但对于习惯迷信的人而言，这是一剂完美的毒药，一口完美的陷阱。所以，当你注视拉斯维加斯赌场里玩得昏天黑地的赌棍，你就好像看到了斯金纳箱里那些沉湎于“迷信活动”之中的鸽子的绝妙表演：有的赌棍对着机器滔滔不绝

地说话，有的赌棍对机器做各种暗示性手势，或用手拍打机器——因为他们曾经靠拍打机器赢过一次钱，所以就永远也忘不了啦。我也见过电脑上瘾的人，有时对服务器的反应等得不耐烦，也用同样的方法，比如用手敲打电脑终端。

我在拉斯维加斯赌场的一位女卧底，也非正式地研究了伦敦的赌场。她报告说，有一名奇怪的赌徒只要一押上赌注，就马上跑到某一个地方，金鸡独立地站在一块特定的地板砖上，紧张地注视着庄家身后的电视屏幕中现场直播的赛马场景。也许他曾经站在这个位置上赢过一次，所以他想当然地认为这块地板砖会给他带来好运。如果有其他的赌徒偶然站在了“他的”幸运地砖上面（有些其他的赌徒故意这么干，也许是想劫走他的一部分“运气”，也许只是在故意逗他生气），他就会在那儿跳来跳去，歇斯底里地想在赛马结束之前把一只脚踩上去。还有一些赌徒在“好运道”的时候，就不再更换衬衣，或者不理发，为的是能“不断发财”。与此相反的是，曾经有一位爱尔兰的赌徒长着一头秀发，但是为了转运，一下子就剃成了光头。他的想法是，现在身背霉运、马不扬蹄，而头发又这么多，这两者之间说不定有什么联系；也许这些事实就是某个有意义的模式的一部分！其实，我们也不要自认为高人一等，请大家回想一则《圣经》故事：参孙的情妇黛利拉剪掉参孙的头发，就彻底改变了参孙的命运。我们很多人从小就都相信这是真的。

那么，怎样才能辨别哪一种貌似的相关性是真的，哪一种是随机的、没有意义的呢？我们有办法，它们属于“统计科学和实验设计”的科学。我想再花时间解释一些统计学原理，但不是其细节。统计学，很大程度上可以被视为一门“从随机中辨识出模式的艺术”。随机的意思是缺少模式。有很多种方法可以解释随机和模式。比如我说：我能看笔迹分出男孩女孩。如果我是对的，那么在性别与笔迹之间就可能存在一种相关模式。有些人对此表示怀疑，他们承认每个人的笔迹各不相同，但认为笔迹和性别并没有必然联系。那么，你作为法官，要怎样才能判断，究竟是我说得对，还是持怀疑态度的人说得对呢？只听信我的“一面之词”当然不行，因为我就像拉斯维加斯的一位迷信的赌徒一样，会很容易误以为撞到的好运就是真实的、可以重复的技巧。无论如何，你有充分的理由向我索要证据。那么，什么样的证据才能令你满意呢？答案是：公开记录的、合理分析的证据。

不管怎么说，我的这个宣称只是一种统计学意义上的宣称。我没有坚持说我能完全准确无误地辨认出是男孩还是女孩的笔迹。（这个例子只是假设的，其实我并没有声称具有任何超常能力。）我只是在说：在形形色色的笔迹当中，某些特征与性别有关；所以，虽然我也常常会搞错，但如果你给我100份手写笔迹，我能有些准头地分辨出哪些是男孩写的、哪些是女孩写的，准确率超过随意胡猜。为了证实我所说的话，你接下来要做的事

情就是：计算“靠随意胡猜也能得到这种结果”的概率有多么大。这里，我们又得去练习一次如何计算巧合的概率了。

在我们做统计之前，你设计这个实验必须遵循一些原则。我们所寻求的非随机性模式，是一种把笔迹关联于男女性别的模式。于是，这里有一个重要的注意事项：不要把这个试验同其他不相干的变量混淆在一起。所以，你所提供的笔迹不能是个人信件，因为根据一封个人信件的内容，将可以很轻松地判断出作者的性别，而无须再去研究笔迹。也不能只从某一所学校收集女孩笔迹，而只从另一所学校收集男孩笔迹，因为在同一所学校的学生由于相互学习或模仿某一位老师，笔迹会在很多方面相似。这些都会导致笔迹有真正的区别，它们甚至会很有趣，但这只能代表不同的学校，只会偶然地代表不同的性别。做实验时，也不能让孩子们从他/她们喜欢的某一本书中抄写一段话，因为选《黑美人》（*Black Beauty*）还是《比格尔斯》（*Biggles*）会影响我的判断（所经历童年文化与笔者不同的实验设计者，请用自己热衷的童书来替换这两本童书）。

很明显，你应该挑选我不认识的孩子们来进行这项测试，以防止我会认出ta们各自的笔迹，从而知道ta们的性别。此外，你交给我的这些“字纸”，上面不应该有ta们的名字，但你可以做一些记号，以确定这是谁的字纸。这些秘密记号需要只有你才能看得懂，不过在做记号时也应小心，不要干出蠢事、泄露天机（比如在男孩的字纸上用绿色做记号，而在女孩的字纸上用黄色做记号，这样做就太蠢了）。虽然我不会一下子明白这些颜色是什么意思，但我可以猜测绿色可能代表一种性别，而黄色代表另一性别。这可能会帮我的大忙！你也可以给每一张字纸编上号码，但不要给男孩的是从1到10，而女孩的是11到20，那样做等于用绿色表示男孩、用黄色表示女孩！也不要男孩都是奇数，女孩都是偶数，而应该给这些字纸随机编号，然后把编好号的孩子们的名单锁在我找不到的地方。这些预防手段，在医学试验文献中被称为“双盲”。

让我们假设，所有应做双盲的步骤都做到了双盲，你收集到了20份没有写名字的笔迹样品，并把它们随意地叠在一起。然后，我一一浏览这些字纸，把它们分成两堆，一堆猜测是男孩的字迹，另一堆猜测是女孩的字迹。其中可能还有少数几张我“不知道”，但我假设你要求我在这种情况下“尽力而为”地去猜，所以我不会交白卷。于是，在实验的最后，我就把这些字纸分成了两堆，由你来检查我究竟分得对不对。

现在，来看统计结果。即使我是在胡乱分开这些字纸，你仍然期待我常常能够猜对。但是，会有多经常呢？如果实验结果和我声明的“能够辨别男女笔迹”相差甚远，那么我猜测得出的准确率，大概不会好于抛硬币瞎蒙的成绩。问题在于：我的实际表现，是否足以和“抛硬币”区分开？我现在

开始回答这个问题。

首先，请考虑我能够猜出的这20张字纸作者之性别的所有方式。我们可以一一罗列出可能的结果，按给人印象深刻的程度进行排序：即从20张全部猜对，到完全是乱蒙的（20张全错和20张全对几乎同样令人错愕，因为这实际上证明了我可以辨别性别，虽然我故意颠倒了男女，捉弄考官！）。然后，对比我实际的区分情况，来计算出每种可能的分法同我的成绩一样惊人，甚至是更加惊人的概率。我们要这样来考虑所有的可能的分法：首先，能达到100%正确的，只有一种分类方法；能达到100%错误的，也只有一种分类方法。可以达到50%正确的分法就很多了，比如第一张是对的，第二张是错的，第三张是对的，第四张又是错的……而要达到60%的准确性，分法要少一些，70%则会更少，以此类推。只搞错一张字纸的猜法显然很少，以至于我们可以把它们都写下来：在20份需要鉴别的笔迹中，我弄错的可能是第一张，也可能是第二张、第三张……也可能是最后一张（第20张）。也就是说，只猜错一张字纸的猜法有20种。同样，要写下只弄错两张的所有情况，会非常冗长复杂，但我们可以算出，结果是有190种猜法。计算只猜错三张的猜法似乎要难一些，不过你已经看到，我们肯定算得出来。弄错四张、五张等情况，可以此类推。

如果我在这个想象的实验中，只弄错了两张字纸。然后，我们想知道，在所有可能的猜测结果中，我的名次如何。我们就需要计算一下，有多少种挑选方法高于或等于我的得分：和我得分相同的方法有190种（错两张），得分高于我的分法是20种（只错了一张）再加上1种（一张都没错的那种）。这样，高于或等于我的成绩的分法就有211种。加上高于我的成绩的这21种，这非常重要，因为这些分法和同我不相上下的190种分法，都堪列入“巧事集”（petwhac）。

我们必须把这211种分法与“全部分法”做个比较，也就是与用抛硬币法决定每张字纸会产生的总结果相对比。这不难计算。第一张字纸既可能是男孩写的，也可能是女孩写的，那么就有两种可能性。第二张同样既可能是男孩写的也可能是女孩写的……每一张字纸都和第一张字纸一样，有两种可能性，于是，前面两张就有2×2＝4种可能性，前面三张就有2×2×2＝8种可能性，对所有的字纸来讲就是2×2×2×2×2……一共20个2，即2的20次方，这个数字相当大，是1048576（一百多万）种可能性。

于是，在所有的猜测方法中，高于或等于吾之得分的方法所占比例，就是211除以1048576，结果是0.0002或者说0.02%。换而言之，就是说：如果有一万个人用抛硬币的方法来辨别这些笔迹，你只能期待有两个幸运儿能够达到我所取得的分数，也就是说，我的成绩十分优异，相当惊人！如果真的能进行这样成功的演示，我就会有力地证明，男孩和女孩的笔迹可以被系统地区别开来。不过我还要强调一句，这完全是一个假设。据我所

知，我并没有本事通过笔迹来辨别性别。我还要再啰唆一句，即使存在通过笔迹来鉴别男女的方法，我们也不能判定，男女笔迹的不同究竟是先天的，还是后天习得的。即使从上述试验中得到了这些证据，这证据也同样兼容这样一种观点（解释），即女孩（在笔迹方面）受到的系统教育不同于男孩，也许更“女人”或者不那么“刚愎自用”。

我们刚才的演示在技术上称为统计显著性测试。这一推理是从基本原理出发的，所以相当枯燥乏味。实际上，研究者可以使用事先计算好的概率分布表，这样就不必费神地一一列出所有可能发生的情况，但制作这个表的理论基础仍是上述的推算过程——收集可能得到的所有事件结果，再一次次地将它们随机地排除。然后观察实际发生的情况在所有可能发生的情况中，究竟处于怎样的极端位置。

请注意，统计显著性测试并没有结论性地证明什么事情。我们的观察结果也不排除就是纯粹的运气。统计显著性测试能做的最好的事情，就是把观察到的现象置于同某种程度的好运气做比较的位置。比如在上面假设的例子中，我得到的结果就等价于万里挑二的随机猜测者的结果。当我们说一种结果在统计上显著的时候，我们往往要指出一个所谓的P值。这是一个完全随机的过程产生如实际结果那样惊人的数字的可能性。万分之二的P值是相当惊人的，但它仍然有可能“并不是一个真正的模式”。一个适当的统计检验中蕴藏的美，在于能使我们明白“并不存在真正的模式”的可能性究竟是多少。

按照惯例，1/100或更高一些的P值（比如1/20），就足以引起科学家们的注意，这当然远不如万里挑二那么令人印象深刻。你能够接受什么样的P值，取决于结果的重要性，取决于你会据此做出什么决定。如果你需要判断“是否值得用更多样本来重复这个试验”，那么一个0.05或说1/20的P值，就已经相当可以接受。即使有1/20的可能性是“你的有趣的结果只是偶然产生的而已”，也不妨继续试下去，赌注甚小：即便是错的，也不会产生重大后果。但如果你的决定事关生死存亡，比如进行的是医学研究，那你就得寻求一个大大低于1/20的P值。那些旨在厘清对极富争议之结果的试验，比如对心灵感应术或者“特异功能”现象的试验，同样也应该如此。

正如我们在探讨DNA指纹时所短暂观察到的情况，统计学家需要区别弃真错误和取伪错误，有时候被分别称为1型错误和2型错误。2型错误，即弃真错误（假阴性），就是未能确定实际已经存在的效应。而1型错误，即取伪错误（假阳性），则恰恰相反，结论为真的发生了某事，而实际上只是随机现象而已。P值也是对你犯1型错误的可能性的度量。统计判断意味着在两种错误之间寻找一条中间途径。你努力要分清楚什么是1型错误什么是2型错误之时，脑子却蒙了、“一片空白”，这就是3型错误。这些术语

我运用了一辈子，但仍然需要不时地去查询。所以，我用它们最容易记住的定义：取伪错误和弃真错误。顺便说一下，我也经常在计算中出错。实际上，我永远也不会设想进行一次我假设的辨认笔迹这样的“从基本原理出发的统计测试”——我寻求别人（最好是电脑）已经计算好的统计表格。

斯金纳的迷信鸽子犯的是“取伪错误”，即1型错误。它们的世界中实际上并没有一种模式真正地把它们的行动和赏食机制关联起来，但这些鸽子的行为体现出它们认为自己发现了这种“模式”。一只鸽子“认为”（或者其行为似乎表明它“认为”）往左边移动会使机器往外吐食物，而另一只鸽子“认为”把头伸向箱子的某个角落会带来同样的有利收获。两只鸽子都犯了取伪错误（即1型错误）。斯金纳箱里的另一只鸽子犯了弃真错误（即2型错误）——它从来没有注意到当红灯亮的时候，啄一下开关就会得到食物，而当蓝灯亮时啄一下开关会受到惩罚，导致赏食机制至少关闭10分钟，其间不会掉下任何食物。在斯金纳箱里的小世界里，确实有一个有待被发现的真正规律，但我们的这些爱猜想的鸽子没有摸索出这一规律，于是无论什么灯亮，鸽子们都不分青红皂白地乱啄一气，结果得到赏食的频率就大大地少于它们“应该”得到的。

一位农民认为“献祭于神，会带来渴望已久的甘雨”就是犯了“取伪”错误。实际上我认为（虽然我尚未用试验方法研究过此事）在他的世界中并没有这样一种模式，但这位农民并不知道，所以他一直在坚持进行既无用又浪费的献祭。而另一位农民，如果没有注意到田间施肥会增加收获这种模式，这就是犯了“弃真”错误。聪明的庄稼人会在1型错误和2型错误之间走“中道”。

我认为：所有的动物，都或多或少地具有一些本能性的统计意识和行为，在1型错误和2型错误之间，选择走第三条道路。自然选择既惩罚1型错误，又惩罚2型错误，但这两种惩罚的力度并不相等，并且毫无疑问，会因不同物种的不同生活方式而不同。森林里一条毛虫待在那里一动不动，看起来就好像是一根树枝。我们不能怀疑是自然选择把它塑造成了这种特殊的样子——很多毛虫付出了生命的代价，才实现了这样完美的效果。很多毛虫因为“装树枝”装得不像，所以被鸟儿或其他天敌发现、吃掉了。当然，也有一些伪装得非常像树枝的毛虫仍然被发现了，成为其他动物的口中美餐。那么，自然选择是怎样把毛虫的拟态演化到了我们所看到的这种完美境界？毛虫们的拟态尽管还不完美，但仍然让鸟儿多次错过了发现毛虫的机会。被捕食的动物，无论伪装得多么巧妙，总会在对某个捕食者而言最佳的可视环境中被发现。同样，被捕食动物的拟态无论多么拙劣，也可能在对某个捕食者而言最差的可视环境中保住一条性命。可视环境与视角关系很大（捕食者如果用正面眼光去看，往往能发现伪装得很好的猎

物；但如果用眼角余光去看，就难以发现猎物，即使是伪装得很差的猎物）。可视环境与光强也有关（在黄昏时，猎物大多可以逃避捕食者，可是在中午往往性命难保）。可视环境还与距离有关（在15厘米的距离上，什么毛虫都无处可藏，而超过90米的话，则完全看不见）。

请想象一只鸟儿盘旋于森林中，寻猎小虫。周围到处都是树枝，其中少数可能是可以吃的毛虫伪装的。鸟儿的问题，在于做出判断。我们可以设想：在光线充足的情况下，如果这只鸟停在一根树枝旁边，集中精力、仔细观察“这根树枝”，那么这只鸟肯定可以分辨出“一根看似树枝的物体到底是不是一只毛虫”。问题是，鸟儿没有时间一根一根地检查所有的树枝——小型鸟类因为新陈代谢很快，能量消耗大，所以必须尽快吃到食物，才能维持生命。任何鸟儿，如果像戴上放大镜一样，认真、仔细地检查每一根树枝，那么恐怕还没有抓住一条毛虫就饿死了。有效的搜索，要求更迅速、更粗略、更频繁地扫描——虽然这样可能会漏掉一些猎物。鸟儿必须找到一种最佳平衡点。找得太粗心，就可能什么也找不到；找得太细心，会发现每一条遇到的毛虫，可惜数量并不多，会饿死。

这里，可以很容易地使用1型错误和2型错误这种术语。弃真错误的情况是：一只鸟儿从毛虫旁边飞过，却没有对它进行仔细观察。取伪错误的情况是：一只鸟盯住一根可能是毛虫的树枝，聚焦、靠近，可是最后发现——它确实是一截树枝。对取伪错误的惩罚是——为了靠近观察而浪费了时间和体力，虽然在一个例子中不大严重，可是把所有错误都加起来，就是致命的。而对弃真错误的惩罚是——错过了一顿美餐。理想之乡“乌托邦”（Cloud Cuckooland）之外的任何一只鸟儿，都难免会犯1型错误或2型错误。不过，鸟儿个体因为自然选择的编程，将采取某种经过计算的折中政策，从而在取伪和弃真之间权衡取得最佳结果。有一些鸟儿偏向于犯1型错误，另外一些鸟儿偏向另一个极端。当然，最理想的选择是中庸之道，自然选择将把进化导向这个方向。

至于最佳的中庸之道是什么（偏向哪一端），则因物种而异。在上面的例子中，它还将取决于森林的状况，比如毛虫种群的大小与树枝多少的比例关系等。这些条件可能每一周都发生变化，而且在每一片树林都不一样。鸟儿可能内置了程序，要根据自己的统计经验，来学习调整自己的捕食策略。而不管鸟儿是学习还是不学习，凡是成功的捕食者，总是像一位优秀的统计师一样来开展自己的行动。我虽然认为没有必要深入分析，但还是要做一下澄清性的免责声明：不！不！鸟儿并未有意识地用计算器或概率表来算出结果。只是它们的行为，就好像在计算P值一样。鸟儿并不知道P值是何物，就好像你在运动场上接一颗投过来的棒球或板球时，你意识到的只是球的抛物线轨迹，而不是抛物线公式。

琵琶鱼利用小鱼（如刺虎鱼）容易上当来捕食。但这种表达并不公平，它

承载了人类的价值取向，我们最好不要用“容易上当”这个字眼，而应该说：琵琶鱼利用了小鱼在1型错误和2型错误之间寻找航道时不可避免的困难。这些小鱼也要吃东西，它们所食种类繁多，通常包括小虫或虾米之类。它们的眼睛和神经系统适于寻找蠕动的物体，如果找到，就会本能地扑上去。琵琶鱼就利用了它们的这个特性。琵琶鱼生有的长长的“钓竿”，是从一根变异的脊椎骨进化而来的，是自然选择把这根原先位于背鳍部位的骨头延伸到头前面。琵琶鱼本身进行了高度的伪装，而且能够几个小时一动不动地待在海底，完全隐身于海草、岩石之中。它身上唯一惹人注目之处就是那块儿“钓饵”——挂在它那根钓竿的顶端，看起来像是一条蠕虫、小虾或小鱼。在某些深海琵琶鱼物种当中，这些钓饵甚至会发光。不管怎么说，当琵琶鱼舞动它的钓竿，那个钓饵看起来就是一条很值得吃的虫子。而一条可能会成为受害者的小鱼（比如刺虎鱼）就受到这条“虫子”的吸引。琵琶鱼会和它的猎物“玩耍”一会儿，以吸引它的注意，然后把诱饵荡到自己那让鱼“不疑有他”的隐匿的大嘴前面，而刺虎鱼往往紧追不舍。突然，那张大嘴不再隐而不见，它狠狠地吞了一口，一股强大的水流冲过来，把嘴巴附近的所有东西卷入口中。可怜的刺虎鱼，完成了这一生中对“美味蠕虫”的最后一次追逐。

从寻猎的刺虎鱼的角度看来，任何蠕虫都有可能蒙混过关，也都有可能被发现。刺虎所侦察到的“虫子”，结果既可能真是一条虫子，也有可能是琵琶鱼钓鱼的诱饵；于是，可怜的刺虎鱼就陷入了进退两难的境地。如果犯弃真错误，害怕其中有诈（虫子可能是琵琶鱼的诱饵）会使它放弃攻击一条硕大美味的虫子。如果犯取伪错误，会导致刺虎鱼攻击那条虫子，结果却发现它居然是琵琶鱼的诱饵！！进退两难。于是，我们又一次明白了这样一个道理：在这个世界上，做什么事情都不可能“稳赚不赔”。太谨小慎微的刺虎鱼会因捉不到虫子吃而饿死；而有勇无谋的刺虎鱼，虽然温饱无虞，但却可能很快被别的鱼儿吃掉。然而，事实上在这种捕食情境中，最佳的生存方式并不是在这两者之间寻求中间道路；令人惊奇的是，最佳的生存策略往往居于某一极端。可能由于琵琶鱼这种大魔王的数量极少，因此自然选择喜欢刺虎鱼去攻击能发现的任何“虫子”。我很喜欢美国哲学家、心理学家威廉·詹姆斯（William James）关于“人生如钓”的一段话：

> 挂在钓钩上的虫子，远少于自由生活的虫子，所以，从整体上来看，大自然告诫她的游鱼儿女们——咬住每一条虫子，是虫就吃了吧。

——1910年

像所有其他动物，甚至植物一样，人类能够、也必须像一位凭直觉的统计师一样行动。不同之处在于，人类可以计算两次：第一次是本能性的，就

像鸟儿或鱼儿做的那样，然后再清楚地用纸笔或电脑计算一次。我们大概忍不住要说，用纸笔的计算会得出正确的答案（只要我们不在数据上出现明显的错误，如算错天数），而本能的、凭直觉的计算容易出错。但严格地说，即使在用纸笔做的统计当中，也并没有“正确”的答案。也许存在某一正确的方法来求数据之和以及计算P值，但是我们所需的准则或者说P的阈值（也就是我们在采取行动之前就需要询问的那项因素）仍然需要我们自己来做决定——取决于我们风险厌恶程度。如果对取伪错误的惩罚远远大于对弃真错误的惩罚，我们就会采取谨小慎微的保守态度：永远不去碰那条“虫子”，以免鸟为食亡。反之，如果冒险的利大于弊，我们就会冲上去，尝试抓捕每一条可能的“虫子”，即使总是捉到假虫子也没什么大不了的，我们只要勇往直前地去捉虫子就好了。

在论述了需要在取伪错误和弃真错误间取得平衡之后，让我们再回到神秘的巧合，并且计算其无论如何总会发生的概率有多大。如果我夜晚做梦，梦见了一位多年不见的老友，后来得知这位老友就是死在了那一天，我就会像其他人一样，禁不住要去找出这个巧合的意义和其中隐藏的模式。我一定得强迫自己冷静，才能考虑到——每一夜都有很多人死亡，又有大量的人每晚都做梦，他们经常梦见有人死去，全世界碰到这种巧合的人，恐怕每一天晚上都不下几百。即使在我这样冷静思考的时候，我的直觉仍然在哭着喊着对我说：“为什么发生在我的身上？！这样的巧合一定有其深意。”如果在这个例子中，直觉真的犯了取伪错误，我们就需要找到一个令人满意的解释，来说明为什么人们的直觉会犯这个方面的错误。作为达尔文主义者，我们应该提高警惕，避免屈从于可能令我们犯1型错误和2型错误的压力。

作为一名达尔文主义者，我想提出的观点是：我们的主观意识乐于被那些神秘巧合打动（这是我们乐于寻找并不存在的模式的一个例子），这事实上关乎我们祖先的人口，以及他们日常生活中经历的贫乏。人类学、化石证据和对其他猿类的研究都表明，在过去的数百万年中，我们的祖先很可能或者生活在小规模流浪群体中，或者生活在小村落里。也就是说，我们的祖先能够经常碰到并进行交谈的人，只有两位数左右。史前村落的居民只能从这些少得可怜的熟人那里，听到很少的令人吃惊的巧合故事。如果某件巧合没有发生在他们村的某个人的身上，我们的祖先就无从听到这个故事。所以，我们人类的大脑受到了这种调整，按这种标准来辨别模式和感受巧合、惊奇，但是如果能大面积地从熟人和朋友处汇总信息的话，大脑所感到的惊人之事，事实上是相当平常的。

今天，我们的信息来源范围相当广阔，特别是有了报纸、广播以及其他大众传媒手段的覆盖。我前面已经做出了论证，最好的和最惊悚的巧合，作为令人咂舌的故事，有机会得以散布流通，传播给广大受众（远远多于在

古时候可能的受众）。但是，我现在猜想，我们的大脑是被祖先的自然选择所校准过了的，从而只能接受在一般水平上的巧合，因为这种校准的对象只是一个小村庄。我们之所以震惊于一些巧合，是因为我们有一个校准后的“吃惊界限”。我们主观上对巧合的感觉，是在古代小村庄里被校准的，但很多案例却关乎现代生活，因此这个标准早已经过时，从而难以在海量信息的现代生活中适应常见的情况。（类似的道理可以用来解释，为什么我们要歇斯底里地防备报纸上所大力公开的这种风险——父母们担心孩子们走出校门后，每一根电线杆后面都藏着一个凶恶的恋童癖，这种担心也许是受到了“错误的校准”。）

我猜想，现在可能还另有一种特别的效应，把情况向同一方向推进（所谓火上浇油，雪上加霜）：在现代社会，每人每小时所体验到的东西，大大多于我们祖先所体验到的。我们并不是单纯地早上起床后，就开始重复和昨天一样的生活：吃上一两顿饭，然后上床睡觉。我们都在阅读书籍杂志、观看电视、以超高的速度到外地旅行，我们在上班路上碰见成千上万的人。我们见到形形色色的无数面孔，我们遭遇那么多各种各样的状况，我们碰到那么多互不相干的事情——这些，都大大超过我们居住在小村庄里的祖先们。这意味着，我们碰到巧合的机会数量大大高于我们的祖先，所以也大大地超过了我们已经调试好的头脑所可以接受的范围。这是一种“加成性”的效应，其作用超过了我前面讲过的人口规模的效果。

鉴于上述两种效应，在理论上，我们可以重新调试自己，学会把我们的“吃惊阈值”调整到更适应现代的人口数和现代的丰富体验的水平。但真的要做这样的调整，即使对心智发达的科学家和数学家来说，也十分困难。事实上，我们还是难免会在有些时候吃惊、错愕；以及天眼通、灵媒、通灵人和占星师们，可以靠着耍弄我们，过上这样美好的日子——这些都表明：总的来说，我们没有学会去重新调试自己。这表明，我们头脑中负责进行直觉性统计的部分，仍然停留在石器时代。

这可能也适用于一般性的直觉。著名胚胎生物学家路易斯·沃尔珀特在1992年出版的《科学的非自然本性》（*The Unnatural Nature of Science*）一书中主张，科学之所以困难，是因为它或多或少地系统性地“反直觉”。“达尔文的斗犬”托马斯·赫胥黎（T.H.Huxley）的观点则与此恰恰相反——他主张科学“不外乎就是经过训练和组织的常识，两者的区别，就好比是老兵和新兵蛋子的区别”。对赫胥黎而言，科学的方法“与常识的唯一区别，就好比一名专业保镖的劈杀动作和一位原始人挥舞手中棍棒”。但沃尔珀特则坚持说，科学就是深层的似非而是和不可思议，是打破常识，而不是发扬常识。沃尔珀特的论证很有力。比如，每当你喝下一杯水，你都至少喝入了一颗曾通过克伦威尔（Oliver Cromwell）之膀胱的水分子。让沃尔珀特推知这一点的，是以下的观察体悟：“大海里含有多

少杯水？杯数远远不及一杯水中含有的分子数量！”

牛顿定律说“动者恒动，静者恒静。如果没有外力阻止，物体将永远运动下去”，这是违反直觉的。伽利略发现“只要没有空气的阻力，轻物体和重物体以相同的速度下落”，这也是违反直觉的。同样违反直觉的事实是：固体物质，甚至是钻石，也几乎完全是由空间构成的。斯蒂芬·平克（Steven Pinker）在《大脑如何思维》（*How the Mind Works*，1998年）一书中，精彩地论述了我们对物质之直觉的进化起源。

量子理论更加深奥难懂，但它被无数的实验证据所证实，这些证据精确到小数点后面好几位，实在令人既吃惊又信服。然而，对于进化到今天的大多数人的头脑而言，量子论仍然是如此奇异，甚至一些职业物理学家的直觉思维中，也没有理解量子论。看来，不仅我们的直觉性统计，就连我们的头脑本身，也仍然停留在石器时代。

第八章 臆想的浪漫是虚幻的浮云

为纯金器镀金，

为百合花涂脂抹粉，

用香水喷洒紫罗兰，

研磨冰块让它光滑，

为彩虹再增加一道颜色，

或用微弱的光线，

为天空璀璨的太阳增光添彩，

实在是浪费、可笑、多此一举。

——威廉·莎士比亚，《约翰王》，第四幕，第二场

本书的中心思想之一，就是：最好的科学应该给诗歌留下空间。科学应该（在小本本上）记下可激励想象的有益的类比和隐喻，科学（家）应该在头脑中唤起那超越“直截了当的认识”所需的形象与影射。但诗歌也有好有坏，拙劣的诗性科学，会把想象力引入歧途。本章的主题正是关于这种危险。我所说的歪诗科学，并不是说文笔拙劣或粗陋。恰恰相反，我所说的是诗性的隐喻和想象具有“启发糟糕科学”的能力；即使诗歌本身是好的，但只怕越好的诗歌就越危险，因为这令它有更大的本事来误导读者。

歪诗，沉湎于用放纵的眼光来看待诗性的寓言，或者把偶然的和毫无意义的相似性鼓吹为高度浪漫的象征、天降异象，如云垂天（济慈的话），它潜伏在许多法术和宗教习惯的背后。詹姆斯·弗雷泽（James Frazer）爵士在《金枝》（*The Golden Bough*，1922年）中识别出了法术的一大主要类别，称之为顺势诱导的或模仿的法术。这种模仿多种多样，有的时候是真正的模仿，有的时候是象征性的模仿。比如沙捞越（Sarawak）的原住民达雅克人，真的会吃掉俘虏的手和膝盖，因为他们认为吃啥补啥，这样会增强自己双手和膝盖。此例中，拙劣的臆想观念认为，手和膝盖有一些“本质”可以从一个人传给另一个人。弗雷泽还注意到，被西班牙人征服之前，墨西哥的阿兹特克人

> 相信祭司可以通过祝圣，把面包变成所信奉之神的身体，所以凡是吃过神圣面包的人，通过共享神所具有的部分秉性，都会与神进行神秘的沟通。早在基督教流传甚至兴起之前，古印度的雅利安人就已经熟悉圣餐变体（化面包为血肉）的教义。

弗雷泽后来总结这一主题说：

> 现在很容易理解，为什么野蛮人渴望分享他认作是神的某动物或某人的肉，因为他们认为吃了神的肉，就能分享神的秉性。如果这位神祇是酒神，那葡萄酒就是酒神的血液，于是通过吃面包、饮葡萄酒，酒神的崇拜者就分享了神的身体和血液。于是，在祭祀酒神如狄俄尼索斯的仪式上的喝酒行为，就不是欢宴，而是庄重的圣餐。

在世界各地，都有一些仪式建立的基础是一种“着魔一般的妄想”——只要甲、乙两种东西稍微相似，或者仅在某些方面相似，就会被牵强附会地扯在一起，说甲能代表乙，或乙能代表甲。说犀牛角粉末是一种有神奇疗效的壮阳药，最重要的原因就是“犀牛角的形状像一根勃起的阴茎”。举另外一种常见的做法：职业求雨师经常模仿打雷和闪电，或者通过树枝作法向外洒水，用一种“顺天应人的水量”来祈求一场雨水。这样的仪式无论是在时间上还是在排场上，都变得越来越精密复杂，越来越所费不赀。

在澳大利亚中部的狄埃利人（Dieri）社会，求雨巫师们代表着祖先神，他们割破自己的身体（因为流血可以象征渴望下雨），让鲜血流进一座为求雨而建的小屋里的一个大洞中。用两块石头分别代表云彩和预兆的雨，两名巫师把这两块石头扛到约16至24千米之外的地方，并且置于一棵高大树木的顶上，以代表云层之高。然后，这两名巫师返回小屋，部落里的所有男子都弯下腰，用头使劲撞墙直到破墙而出（不能用手！）。随后又一次次冲进来、再冲出去，直到彻底冲毁这座小屋。在他们看来，用头使劲撞墙象征着穿透了云层，由此相信真的云彩中也会释放雨水。作为一种双保险措施，狄埃利人的大议事会总是囤积许多男孩的包皮，并相信它们有顺势诱导下雨的魔力（难道阴茎不是在“下”尿吗？——这当然是证明这种法力的有力证据）。

另外一个顺势诱导的主题就是“替罪羊”（这么叫是因为犹太人的某一版本的仪式中用到了一只山羊）。人们选出一个牺牲品（替罪羊）代表着、意味着整个村庄的罪恶与不幸，替罪羊承担起这些罪恶，然后被逐出，有时被杀死，让自己带走这些人的罪恶。在喜马拉雅山东麓附近的印度阿萨姆邦，当地的加洛斯人（Garos）往往抓来一只叶猴（有时是竹鼠）在全村

巡游，带它走遍每家每户，据说这样便可以带走他们的罪灵，最后，把这只叶猴钉死在一个竹子刑架上。用弗雷泽的话来说：

> 叶猴就是大众的替罪羊，它代替人们受罪和赴死，解脱了人们第二年的病痛和灾祸。

在很多文化中，扮演替罪羊角色的是人，并且被视为一位神灵。有时候，另外一种常见的用水来“洗”罪的象征手段，会结合替罪羊的观念，一起施展法事。在新西兰的某部落中，

> 在一个人的身上做法事，象征着部落里的全部罪恶都被转移到他的身上。他们在这个人身上绑好一根蕨类植物的棍子，然后他跳进水里，解开绳子，释放棍子，让棍子一直漂到海里，表示带走所有的罪恶。

弗雷泽还说，在印度曼尼普尔邦（Manipur）的部落王公眼中，水作为工具，可以把他的罪恶转移到替罪人身上。王公站在上方洗澡，替罪人蹲在台架下面，于是被水冲掉的罪恶就落到了替罪人的身上。

屈尊俯就回归“原始”文化，并不值得褒扬，所以我小心地选择一些事例来提醒我们，自家附近的神学亦不免顺势诱导或模仿的法术。洗礼的水“洗掉了罪恶”，耶稣本人就是被钉死在十字架上的人类替罪羊（在某些版本中还要通过他来象征一下亚当），这样就顺势诱导地赎了我们的罪。而整个圣母马利亚学派则从“妇道”中辨识出一种象征性德性。

学识复杂的神学家们并不真的相信处女怀孕、六天创世、神创奇迹、耶稣化体或死后复活等，但他们仍然喜欢梦想这些事件有什么“象征性意义”。这就好比有朝一日，DNA双螺旋模型被推翻了，但科学家们并不承认这是自己犯的一个错误，而是竭尽全力地寻求一种“更深层的象征意义”，以图超越完全来自事实的否定。他们会这样说：“当然，我们已不再从字面意义上相信什么双螺旋，那样显得过于简单了。但在它本身所处的那个时代，这个故事本身并没有错；只是我们已经继续前进了，因为在今天看来，双螺旋具有新的意义。鸟嘌呤和胞嘧啶之间的相容、腺嘌呤和胸腺嘧啶之间像手指和手套一样匹配，还有双螺旋左链和右链相互亲密地缠绕，所有这些告诉我们的都是：相爱、关心、培养关系……”这个，如果事情真的发展到这一步，我会非常吃惊，不只是因为双螺旋结构现在很不可能被否定。但是，在科学中，正像在任何其他领域中一样，最危险的就是陶醉于象征性、陶醉于没有实际意义的类似性，与真理渐行渐远，而不是越走越近。斯蒂芬·平克说，某些来信者令他烦恼，来信者们说自己发现，宇

宙中所有东西都是三个一组的：

> 圣父、圣子和圣灵，质子、中子和电子，阳性、阴性和中性，还有男米老鼠、女米老鼠和唐老鸭，等等，一页接着一页。

——《大脑如何思维》，1998年

再稍微严肃一些，英国著名动物学家和博学大家彼得·梅达沃爵士（我前面曾引用过他的话）发明了一种：

> 非玻尔式的伟大的新式普遍互补原则，其中在所有的两两相对的概念之间（如抗原和抗体、阳性和阴性、正电子和负电子、命题和反命题之间等等）都有一种根本的内在相似性。这些成对的概念，的确有某种共同的“相反相成性”，但它们的相同之处仅限于此。它们之间的相似性，并不是一把打开其他一些更深奥的类同关系的分类学钥匙，而我们认识到其存在，标志着思路的到此为止，而不是思想列车的启动仪式。

——《普卢托的共和国》（*Pluto's Republic*），1982年

虽然我在这里引用梅达沃的话是为了避免象征主义的毒害，但我还是忍不住要提到他对《人的现象》（*The Phenomenon of Man*，1959年）一书的毁灭性批评，他评论说，德日进“所求助的那些令人兴奋的、醉醺醺的散文诗，表现出法国精神更令人疲倦的一面”。对梅达沃来说，这本书是那种歪诗科学的典型（我现在也认同梅达沃，但我承认，当初我作为一个过度浪漫的大学生读这本书时，曾被它迷住）。德日进在书中论述的话题之一是意识的进化，梅达沃曾引用他的一段话，也用在了《普卢托的共和国》一书中：

> 到第三纪末期，细胞世界中的精神温度的升高过程已经持续了5亿多年……当类人生物（暂且这么说）在“精神上”已经被带到了沸点时，又加入进来更多热量……这时已不需要另加东西，就能倾覆整个内部平衡……通过一个小的“切线向”增加，“径向线”折回其本身，并产生了一个极大的向前跃进。表面上，器官几乎没有任何变化，但是在深处，已经发生一场伟大革命；意识正在一个超级感官关联和表现的空间里跳跃、沸腾……

梅达沃一本正经地评论说：

> 这种类比应该被解释为，当到达沸点的时候，随着水分的蒸发，一切都被遗忘了，热蒸汽的景象却遗留下来。

梅达沃还提醒大家注意，神秘主义者嗜好滥用“能量”和“振动”之类的名词，到了声名狼藉的地步。他们滥用科技术语来创造虚幻的、没有任何实质性内容的“科学”。占星术士们也认为每颗行星都发射着各自性质不同的“能量”，影响人的生活，并紧密地联系着一些人的情感生活，比如金星代表爱情、火星代表侵略性、水星代表智慧等。这些以罗马诸神的名字来命名的行星，它们的品性也正是建立在罗马诸神的性格之上（还能建立在别的什么之上呢？）。在一种令人想起土著求雨大师的风格中，黄道十二宫进一步联系了炼金术的四元素（土、气、火、水）。让我们在互联网上随便找一个星相的网页看一看：降生于土相星座（如金牛座）的人，

> 可靠、现实、脚踏实地……星相图上有水的人，富有同情心、感情用事、善养育、通灵、敏感，并有直觉的本能……而缺水之人则没有同情心，冷淡。

双鱼座是个属水的星宫（我想知道为什么），而水元素“代表着可以驱动我们的无意识之力量的能量和动力……”

虽然德日进的书自命为科学著作，但他的那些“精神温度”和“精神卡路里”等用语，看起来和占星术士的“行星能量”一样几乎毫无意义。那些比喻性词语并未有用地联系起它们所代表的实际存在——两者之间要么完全没有相似之处，要么就是相似之处不仅无助于读者的理解，反而阻碍了读者的理解。

虽然有这么多的负面影响，但我们一定不要忘记：正是运用这种象征性直觉去发现真正的类同模式的努力，才引导科学家做出了最伟大的贡献。托马斯·霍布斯（Thomas Hobbes）在《利维坦》（*Leviathan*，1651年）第五章的结论中，有一段说得过头的话：

> 理性是步调，增进科学则是途径，人类的利益是目的。而与此相反的隐喻、无意义和模棱两可的词语，就像鬼火一样；在它们之上进行推理，就会迷失在无数的谬论之中，它们的目的就是争夺、煽动或蔑视。能娴熟地运用隐喻和象征，是科学天才的一大特征。

文学家、神学家和儿童文学作家刘易斯（C.S.Lewis）在1959年的一篇论文中，区分了教师式诗歌（科学家在其中用比喻和诗性语言来解释我们已经理解的事情）和学生式诗歌（科学家在其中用诗性想象来启发他们自己进行思索）。两者都很重要，我在这里要强调的是第二种：学生式诗歌。

迈克尔·法拉第发明的“磁力线”一词，让我们可以视“磁力线”为由处于紧张状态下的弹性物弦性材料质组成，渴望释放自己（在物理学家认真定义的意义上）的能量——这对于他自己理解电磁学至关重要。我已经使用过物理学家对无生命实体（电子或光波）的诗性想象，比如它们努力最小化自己的行进距离，这是得到正确答案的一种容易方法，而且令人惊奇的是，这种方法能推广得那么远。有一次我听到伟大的法国分子生物学家雅克·莫诺德（Jacques Monod）说，他通过想象在分子的一处特殊节点的电子的感觉，而体会出了一个化学道理。德国有机化学家克库勒（Kekule von Stradonitz）报告，他曾经梦到一条蛇“自噬其尾”，从而明白了苯环的结构。爱因斯坦的想象时刻不停：诗意思考，引导他那非凡的大脑，耕过的思想海洋比牛顿的更加奇怪。

但是本章的主题是“歪诗科学”，下面一段话就让我们撞到了一例，是一位通信者寄给我的：

> 我认为，我们的宇宙环境对进化历程有重大影响。DNA的结构是因为太阳辐射的螺旋路线或者地球的绕日运行轨道，或者是因为地球本身磁轴相对于铅垂线倾斜了23.5°角，导致其轨道是螺旋状的，并且有了至点（冬至、夏至）和平分点（春分、秋分），舍此之外，我们还能怎样解释DNA的双螺旋结构？

事实上，DNA螺旋结构与太阳辐射的螺旋或地球轨道之间，根本就没有一丁点儿关系。上面的文字是流于表面、毫无意义的牵强附会。这三者当中，没有一个能帮助我们理解其他两个。作者被隐喻所陶醉、被螺旋的理念所俘虏，因此被误导“看到了”根本不能说明任何真相的“联系”。把它称为“诗性科学”真是太宽容了，其实它更类似于神学。

在我最近收到的电子邮件中，诸如“混沌理论”“复杂性理论”“非线性临界性”之类的词语，频率明显地增加了。我不是说这些来信者对于他们所谈论的东西缺乏最微弱的、最朦胧的认识，但我要说——很难发现他们有这种认识。各种各样的新时代邪教纷纷玩弄怪异的科学语言，动用那些拾人牙慧的、一知半解（不，甚至还够不上半瓶醋）的词语：能量场、振动、混沌理论、灾变论、量子意识等。迈克尔·舍默（Michael Shermer）在《人们为什么相信奇怪的事？》（*Why People Believe Weird Things*，

1997年）一书中，引用了一个典型的例子：

> 这颗曾经万古休眠的行星，随着一个更高能量频率的发端，将在意识和精神方面苏醒过来。局限大师们和预言大师们用同样的创造性力量来显示他们的真实，不过，一个方面以下降的螺旋运动，而另一个方面以向上升的螺旋运动，每一个都增进着它们固有的共振性振动。

量子的不确定性和混沌理论，在大众文化中产生了可悲可叹的负面效应，令真正的痴迷者大为烦恼。这两个领域都遭到了那些喜欢滥用科学和扭曲其奇妙的人经常性的“乱采滥挖”，其中包括职业的江湖郎中，以及古怪的新时代信徒。在美国，自助“康复”产业已经造就了一批百万富翁——而他们也争先恐后地靠量子理论的可怕能量来蛊惑人心、变现钞票。美国物理学家、名著《物理学与通灵术》（*Physics and Psychics*，1990年）的作者维克多·斯滕格（Victor Stenger）已将这些记录在案。一位很有钱的“治疗大师”写了一系列畅销书，记述他杜撰的“量子疗法”。我手头还有一本“巨著”，集各种量子“科学”之大成，包括心理、量子反应、量子伦理、量子美学、量子永恒和量子神学。也许有人会很失望，因为没有看到“量子关怀”，但这恐怕是因为我记漏了。

我接下来的一个例子，在一处小地方充斥了大量的歪诗科学。仅从书腰的简介中，就能读到那些肉麻的吹捧：

> 这一部杰作，论述了进化的、悦耳的、养育性的、本质上充满关怀的宇宙。

即使“关怀”不是蹩脚的陈词滥调，宇宙也不是能用“关怀”这类词来合适地描述的客观存在。我意识到，自己容易遭受攻击，人们会还以颜色，批评我说基因不是能够用“自私”这种词汇来形容的客观存在。但是，我积极地挑战任何读过《自私的基因》一书（而非仅仅是书名）而仍持此批评的人。用“进化”描述宇宙是可以讨论的，但我们也应该看到，最好不要采用这种表达。“旋律”可能暗示了毕达哥拉斯哲学中“天体的音乐”，从本源上来说，是一阕不错的富有诗意的科学，但数英雄人物，还看今朝，我们早就该超越它了。“养育性的”的意味是歪诗科学中最可悲可叹的，其灵感来自女权主义误入歧途的一个派别。

这里有另一个例子。1997年，应一位选集编者的要求，许多科学家提出了他们“最想知道答案的一个问题”。收集到的大多数问题都是有趣的和有启发性的，但下面这位先生的回复却是如此荒谬，我只能认为这是在奉承横

行霸道的女权主义者：

> 如果把男性的、科学的、分等级的、主导着西方思想的“控制性导向的西方文化”和正在浮现的女性的、精神的、全息的、关系导向的东方文明结合起来，将会出现什么样的结果？

他所说的“全息的”（holographic）指的是“整体的”（holistic）吗？也许两者都是。只要听起来悦耳好听，又有谁会在意呢？意思什么的，不是这里要表达的。

科学史和科学哲学家诺雷塔·克尔哲（Noretta Koertge）1995年在《怀疑的探索者》（*Skeptical Inquirer*）上发表文章，准确地指出了一种“被扭曲的女权主义”的危险，它可能会恶劣地影响对女性的教育：

> 年轻女生们并没有受到鼓励为了准备各种技术课程而去学习科学、逻辑和数学，现在女性研究专业的学生们所受到的教育是，逻辑是一种进行控制的工具……科学探索的规范和方法是有性别歧视的，因为它们和“女性认识事物的方式”不相容。同名的获奖书籍的作者们报告：他们调查的大多数女性都属于“主观的认识者”范畴，其特点是“强烈地排斥科学和科学家”。这些“主观主义者”女性视逻辑、分析和抽象的方法为“属于男性的异域”，并“注重直觉作为到达真理的更安全、更多产的途径”。

人们可能会认为，这些思维无论多么昏头，它们毕竟还是比较温和的、“养人”的，但事实往往不遂人所愿。有时候，这些思维会发展成为一种丑陋的、欺软怕硬的、最糟糕的男性化的东西。1997年，芭芭拉·埃伦赖希和珍妮特·麦金托什在杂志上发表了关于“新特创论”的文章，详细论述了心理学家菲比·埃尔斯沃思（Phoebe Ellsworth）女士如何在一次有关情感问题的交叉学科研讨会上遭受恫吓。尽管她已屈从了那些先发制人的批评，可当她在某一问题上不小心提到“实验”这个词，马上“指责声四起，听众们指出：实验方法是维多利亚时代白种男性的头脑产物”。埃尔斯沃思几乎发挥了我认为的超人一般的忍耐力来缓和气氛。她同意——白种男性在世界上造成了他们的那一份破坏，但又指出——无论如何，他们的努力带来了DNA结构的发现。结果，这又招来一片怀疑的（和令人难以置信的）反驳：“你相信DNA？”幸运的是，仍然有许多年轻聪明的知识女性准备从事科学工作。我向她们鼓掌致意——致敬她们面对这类粗野的恐吓之时，所表现出来的勇气。

在科学中引入某种男女平等的影响是极好的，并且早就应该这么做。善意的人都不会反对提高女性在科学领域中地位的活动。曾有一件事的确令人震惊（也非常令人遗憾）——罗莎琳德·富兰克林（Rosalind Franklin）发明的用X射线衍射研究DNA晶体结构的方法，对沃森（J.Watson）和克里克（F.Crick）后来的成功至关重要，可是罗莎琳德却不被允许进入她所在研究所的公共聊天室，因此她未能贡献自己的思想火花，促进同事们工作间隙那些本可以至关紧要的科学讨论，自然也未能从中受益。也许女性确实典型地具有使科学讨论切中要点的素质，而典型的男性又恰恰不具备这些素质；但“典型”并不等于“普遍”；而男性和女性最终发现的科学真理，一旦被清楚地确立，就都会被两性中的理性个体所接受（尽管因从事研究的学科而异，两性在统计数字上有所差异）。正如斯蒂芬·平克所言，说推理和逻辑是男性施加压迫的专有工具，乃是对女性的冒犯：

> “差异女权主义者”的主张中，有一条是：女性并不从事抽象的线性推理，她们并不用怀疑的态度来对待各种观念，她们并不通过严格的讨论来评价这些观念，她们的讨论不是出于一般的道德原则……以及其他各种冒犯。

——《大脑如何思维》，1998年

女权主义者的最荒诞的“糟糕科学”的例子，也许是桑德拉·哈丁（Sandra Harding）把牛顿的《自然哲学的数学原理》一书形容为“强奸指南”。这一判断之所以让我震惊，与其说是因为它的放肆，还不如说是因为它那狭隘的美国沙文主义思想。她怎么胆敢把她那狭隘的当代北美政治观点，抬得高于古今最伟大的一位思想家（恰好是她不喜欢的一名男性）所创立的宇宙定律？保尔·格罗斯（Paul Gross）和诺曼·莱维特（Norman Levitt）在他们的名著《高级迷信》（*Higher Superstition*）一书中，就此例子（以及其他类似例子）展开了讨论，并把最后的话留给了哲学家玛加丽塔·莱文（Margarita Levin）：

> ……女权主义者大多数学术著作的内容，都是在狂热地大肆吹捧其他女权主义者，诸如A的“杰出分析”补充了B的“革命性突破”和C的“勇敢计划”等。更令人尴尬的是，许多女权主义者嗜好强烈的自我吹捧。哈丁在其著作的末尾也这样自吹自擂：“当我们开始将经验理论化时……我们知道这项工作虽然激动人心，但是困难重重。在我们最疯狂的梦想中，我都怀疑我们是否曾经想到过再造科学和理论本身这两者，从而使妇女的社会体验产生意义。”

乖乖，如果是一位牛顿或达尔文式的科学家，犯这种自大狂，可能会让人心里“烦烦哒”，但在她的书中读到这些话只会让人哭笑不得。

在本章的剩余部分，我还将讨论一些从我的进化论领域抽取的各种歪诗科学的事例。首先，赫伯特·斯宾塞、赫胥黎等（包括德日进）等学者在自然界所有层面（而非仅在生物学层面）研究进化普遍规律的观点，并不被所有的人都视为歪诗科学，这是可以辩护、可以讨论的。现代生物学家用“进化”一词来表示一个相当谨慎的、确定的过程，即在种群中基因频率的系统性变迁，以及经过多代遗传之后，由动物和植物最终表现出来的变化。公允地说，赫伯特·斯宾塞是从技术的角度来使用进化这个词的第一人，他希望仅视生物进化为通例中的一个特例。对他而言，进化作为一个更为普适的过程，在其所有层级都有一些共同的规律。进化大规律的其他表现包括：个体的发育过程（从一颗受精卵发育成胎儿再长大为成人），还有宇宙、恒星与行星从简单开端而来的逐步发展，以及历史长河中，艺术、技术和语言等社会现象的演进变迁。

关于广义进化论的诗意，有好的，也有坏的。但我认为，权衡利弊的话，总体而言，由此引起的混乱、含糊要多于启发阐明；当然在某些方面，两者兼而有之。性格暴躁的天才人物霍尔丹（J.B.S.Haldane）曾机灵地利用胚胎发育和物种进化之间的类比来捍卫自己的观点。当一个怀疑进化的人表示“难以相信像人这样的复杂有机体竟然会始于单细胞”，霍尔丹迅速地指出：那位怀疑论者本身就经历了这样的发育，而整个过程只花了9个月。不过，有一项事实削弱了霍尔丹的雄辩观点，那就是——发育与进化并不是一回事儿（当然霍尔丹自己也心知肚明）。发育是一个单独的物体在形态上的变化，就像泥土在制陶艺人的手中被做成各种形象；而进化，展现为从连续地层中发掘出来的化石，更类似于一系列、一帧帧连续的电影胶片。一帧胶片并没有真的变成另一帧胶片，但是如果我们将这些胶片按顺序放映，就能体验一种“变化”的幻象（这也就是“电影”）。理解了这种差异，我们就能清楚地看到，宇宙并没有进化（而是在发展），但技术的确是在进化（早期的飞机没有被拉扯成现代飞机，但飞机和其他许多技术的历史，却恰好符合“电影胶片”演进的类比）。服装的样式也是在进化，而不是在发展。那么，遗传的进化和文化（或技术）的进化，这两者之间的类比到底是会阐明真理呢，还是导向歧途？这个问题至今仍在争论，我在这里不做介入。

我下面讨论的进化科学方面的“坏诗歌”的例子，大都来自同一位作家——美国古生物学家和随笔作家斯蒂芬·杰伊·古尔德（Stephen Jay Gould）。我真心希望这种集中对某个人的批评，不要被误解为一种个人怨恨。相反，正是因为古尔德作为一位作家，有出色的文笔，才使他犯了这些错误，而这些错误一旦发生，就更有批驳的价值。

1997年，古尔德写了一部开篇章节《古生物学永恒的隐喻》，引领一本由多位作者撰写的研究化石进化的著作。文章开篇就引用了怀特海（Whitehead）被人大加引用的谬论，认为“所有的哲学都是对柏拉图著作的注解”。古尔德的主张，用《圣经·传道书》中传道士的话（古尔德同样引用了《传道书》）来说，就是“太阳底下没有新鲜事”：“曾经存在的，将来还会存在；曾经发生的事情，也即是将来会发生的事情。”因此，现在争论的古生物学问题，只不过是翻唱了过去的争论。这些争论“先于进化论思想，在达尔文主义范式中，亦未发现问题的解答……基本理念如同理想的几何图形，虽然只有那么几个，但永远都是够用的”。

古尔德的古生物学永恒的未解之谜一共有三个：时间是否具有一个方向箭头？进化的推动力是内生的还是外在的？进化的过程是渐进的还是跳跃的？他在史料中找到了一些古生物学家曾支持八种可能回答的组合（来回答这三个问题）。古尔德自己感到十分满意，这些观点“我行我素”地跨过了达尔文革命，好像这一革命从来就没有发生过。但古尔德达成这一成就，只是源于牵强附会地在不同思想流派之间进行类比，如果仔细观察的话，它们根本就是风马牛不相及的事，就好像血和酒、螺旋状轨道和螺旋状DNA之间的关系一样。古尔德的三个隐喻都是“歪诗邪曲”，是生拉硬扯的类比，其结果不是让问题更清楚，而是让问题更糊涂。而因为古尔德是一位优雅的作家，所以这种歪诗邪曲在他手中危害反而更大。

人们曾以各种形式提问：进化究竟有没有方向箭头？这当然是一个合理的问题。但是，这些各种形式所凑合起来的各种观点完全不能互相协调，构不成有用的体系。随着进化，身体结构是不是会变得越来越复杂？这也是一个合理的问题，就如同问整个星球上的物种是否会随着时代推移而日益多样化一样。但两者显然是完全不同的问题，想要创建一个跨越百年、统摄诸问题的“进步主义学派”（Progressivist）只能是空想。此外，这两者无论披着什么样的“现代时装”出现，都不会与达尔文之前的“活力论派”和“目的论派”有任何共同之处。这些之前的学派认为凡是活着的东西，都在内部受到某种神秘生命力的不断“驱动”，朝向一个同样神秘的终极目标。古尔德在这些形形色色的进步主义之中，强行推进非自然的联系，以此支持他那诗性的历史命题。

第二个永恒的隐喻与第一个相似，探讨的是：驱动变化的引擎究竟是不是来自外界环境？或者说，变化是不是来自“有机体本身某些独立的内在活力”？现代的一个主要分歧是：有些学者认为进化的主要推动力是达尔文式自然选择，还有一些学者则强调随机的遗传漂变等其他方面的力量。这两者之间的重要区别，一点也不可能表达为古尔德强加给我们的内因论/外因论的二分法。他强加给我们这些主张的目的，就是要维护他自己的观点——后达尔文主义的论证只不过是翻唱了前达尔文主义时代的旧曲。自

然选择究竟是内在的还是外在的？这取决于你是在谈论对外部环境的适应，还是在谈论个体的不同部分彼此的共同适应，我将在另外的章节继续讨论这个问题。

在古尔德论述的第三个永恒隐喻中，可以更加明显地看出这是“歪诗邪曲”，它涉及的是“渐变对垒跃变”的问题。古尔德用“插曲式的”这个词，统一起了进化中三种明显的断裂：第一，像恐龙大灭绝那样的大灾变；第二，宏突变或跃变；第三，1972年由古尔德及其同事奈尔斯·埃尔德雷奇（Niles Eldredge）提出的间断平衡中的间断。对于最后一点，我们稍后将进行更详细的讨论。

“灾变性大灭绝”的定义是直截了当的。但引发这种灭绝的究竟是什么原因？这还大有争议，而不同的灭绝事件，大概有不同的起因。现在，只需要注意到：温和一点儿说，令大多数物种走向灭绝的世界性大灾变，与宏突变并不是一回事。突变是基因复制中的随机错误，而宏突变则是有重大效应的突变。效应较小的突变，或称为微突变，是基因在复制过程中随机产生的小错误，它对物种的效应小到甚至无法观测出来，比如腿骨长度的微小增加，或者一片羽毛的一丝变红的痕迹等。而宏突变是一个重大错误，其变化如此之大，以至于在极端的例子中可以看到，宏突变的生物和它的亲本，会被分入不同的物种。我以前出版的《攀登不可能之山》（*Climbing Mount Improbable*）一书中翻拍了报纸上刊登的一张蟾蜍照片，它的眼睛长在上颌上。如果这张照片是真的（我很怀疑，因为现在很容易用Photoshop或其他电脑绘图软件造假），如果它的确是基因复制产生的错误，那么这只蟾蜍就是宏突变的产物。如果这样一种宏突变产生了眼睛长在上颌上的新的蟾蜍物种，我们就应该把这个演化性起源方面突然出现的新物种称为进化中的跃变。

有一些生物学家，如美籍德裔遗传学家理查德·戈尔德施密特（Richard Goldschmidt）就认为，这种跃变步骤在自然进化中很重要。我则是对此持怀疑立场的众多人士中的一员，但我在这里提到它的目的并不在于此。我想申明的基本观点是，即便真的发生了这种遗传上的跃变，它和威震全球的大灾变（如造成恐龙灭绝的大灾变）之间，也不存在什么共同之处。两者唯一的相似之处，就是都是突然发生的。所以我认为，上述观点纯属歪诗性质的臆想，完全不会带来任何进一步的启发。回想一下梅达沃的话：对一列思路快车来说，这一类比标志着结束，而不是思路的开始。“非渐变论者”的观点是如此五花八门，以至于贴这种标签已经没有任何意义。

同样的道理亦适用于第三类非渐变论者：埃尔德雷奇和古尔德理论意义上的间断论者。这一理论认为，物种在绝大部分时间都是处在停滞不前的状态；物种转变为一个新物种所经历的时间，大大短于它“停滞不前”的时

间；物种在停滞不前的状态下，保持着最初形态，没有变化地生存着。这一理论最极端的版本认为，某个物种一旦出现，就要么保持不变直到最后灭绝，要么分离出新的不同物种。当我们提问：在物种形成的各次突然爆发中，究竟发生了什么事情？这时来自歪诗的混乱就抬头了。在这一阶段，可能发生两种情况，但古尔德因为被他的歪诗邪曲迷惑了心灵，轻视了两者之间的区别。这两种情况中，一种可能的情况是宏突变，一个奇异的个体（如上面所讲过的眼睛长在上颌的蟾蜍）创建一个新物种。

另一个可能发生的情况，我们可以称之为快速渐变论（我认为这更有可能，但我现在不打算展开）。经过一小段快速进化的插曲，新物种即告诞生；尽管进化过程是渐进的，因为父母并没有在一代之内直接生下一个新的物种，但从化石记录的角度看，这一进化仍然极其迅速。这种变化是经历了许多代微小变化的逐步累积而发生的扩展，但看起来就像是一次跃变。这或者是因为那些中间型生物生活在不同的环境中（如一座偏远的孤岛上），或者因为那些中间过程进行得太快，无法形成化石。在许多地层中，一万年如同白驹过隙，短促得无法衡量；但它们却构成了充足的时间，让许多微小步伐逐渐积累成了相当重大的进化性变化。

快速渐变和宏变异跃变这两方面，存在各种差别。它们依据的是完全不同的机制，对达尔文主义的争论意味着根本不同的意义。仅仅因为它们和灾变性灭绝一样（都导致了化石记录的间断），就把它们拢在一起，混为一谈，这又是“歪诗科学”。古尔德意识到了快速渐变和宏变异之间的不同，但他似乎是把这个本质问题当作了次要细节进行对待，认为只要我们抓住了进化是插曲式的、而非渐进式的这个决定性的问题，就可消除这些无关紧要的细枝末节。然而，只有中了“歪诗”之毒的人，才会认为这是决定性问题，它其实就像我前文讲的来信者提出的DNA的双螺旋结构是否“源自地球轨道”的问题一样，根本没有什么意义。又一次地：快速渐变和宏变异之间没有什么相似性，就像巫师流血同一阵急雨之间一样地风马牛不相及。

更糟糕的是在同样的间断论者保护伞下面宣扬灾变论。达尔文时代之前，化石的存在已经使得《圣经》创世说的支持者越来越尴尬。有的人希望把这些问题归因于诺亚时代的大洪水，可是，又如何来解释在地层中看到了整个动物群的显著更替，每一种动物群都不同于其前任集群，而它们又几乎都不同于我们所熟悉的生物群？这个问题最杰出的解答者——19世纪法国解剖学家居维叶男爵（Baron Cuvier）给出的答案是：灾变论。诺亚大洪水只不过是某种超自然力量冲击地球肇致的一系列灾变中的最后一幕，而每次灾变之后都发生了新的物种创造。排除了其中的超自然力量的干涉之后，居维叶等人的观点在一些方面还是符合了我们今天的观点（尽管很不多），那就是——在大灭绝之后（比如在终结了二叠纪和白垩纪的大灭

绝之后）接下来又发生了物种蓬勃进化的局面，可以媲美昔日的繁盛。但是仅仅因为都可被描述为“非渐变论”，就把大灾变、宏变异以及现代间断平衡论拢在一起，这也是非常糟糕的诗性臆想。

在美国做讲座之后，我经常很困惑地发现，总有听众用一种特定的方式提问，希望我能注意到大灭绝现象，例如恐龙的灭绝和哺乳动物的取而代之。这种提问曾令我大感兴趣，我热切地大抱期望，盼望这会是一个有启发性的问题。后来，我恍然大悟，他们提问的语气无疑是在挑战本人。可能他们希望使我吃惊，或者让我难堪，因为进化的过程的确是间歇性地被灾难性物种大灭绝所打断。这些不约而同的提问者一直令我非常困惑，直到我偶然撞到了这其中的答案。——当然！这些提问者和许多北美人士一样，都是从古尔德那里学的进化，而我早已被贴上了“超级达尔文主义”渐变论者的标签。难道那一颗消灭了恐龙的彗星，还不足以把我这“渐变进化观点”撞到九霄云外去吗？不，它当然没有。这两者之间毫无联系。我作为一名渐变论者，其含义是我认为“宏变异”在进化过程中没有发挥重要的作用。更确切地说，只有当涉及解释复杂的适应现象（如眼睛的进化）时，我才是一位渐变论者（包括古尔德在内的所有头脑理智的人都是这样）。那么，这些事物和物种大灭绝究竟有什么关系呢？什么关系也没有——除了你头脑中臆想的关系。我在整个研究生涯中都相信，记录表明大灭绝对后来的进化过程产生了深刻的巨大影响。这影响还能不大吗？但大灭绝并不是达尔文式过程的一个组成部分，只不过可以说它为新的达尔文式开端清理了舞台。

但这里面潜伏着一种讽刺。在有关大灭绝的事实当中，古尔德喜欢强调的一点是它的无常，他称之为偶然性。——在大灭绝的打击之下，主要的生物类群灭绝，比如在白垩纪末期，当时盛极一时的恐龙类群被一扫而光（鸟类是值得注意的例外）。沦为牺牲品的主要类群可能完全是随机的；或者，即使不是随机的，它也不同于我们在通常的自然选择中看到的非随机性。物种通常的生存适应性，在彗星撞地球的时代毫无作用。荒诞的是，这个事实有时候却被炫耀为一个“可以反驳新达尔文主义的论点”。但是，须知新达尔文主义的自然选择是发生在物种内部，而不是在物种之间。确切地说，自然选择涉及死亡，大灭绝也涉及死亡，但两者之间，任何进一步的类似都是纯粹的臆测。讽刺的是，古尔德是少数仍然认为天择在高于个体层次发挥作用的达尔文主义者之一。我们当中的其他人甚至都不会去问“大灭绝是不是选择性事件”这样一个问题。因为大灭绝之后，幸存下来的每个物种内部个体之间，分别发生更低层次上的物竞天择、优胜劣汰，所以我们可以把大灭绝看作为适应性提供了新的机会。更具讽刺意味的是，诗人奥登（W.H.Auden）在诗中很接近了这一观点：

但大灾难只鼓励了实验，

通常，最优秀的死去了，

而不适应的，曾迫于失败迁徙到未被占据的生态位，

改变了它们的结构并开始繁荣。

——《不可预知，仅靠幸运：献给洛伦·艾斯利》

我再从古生物学领域选取一个歪诗科学的例子。应该为这谬论流传负责任的仍然是斯蒂芬·杰伊·古尔德，虽然他本人并没有明确地做出极端形式的表达。很多人读过古尔德那文笔优美的《奇妙的生命》（*Wonderful Life*，1989年）一书之后，都被他宣扬的观点所俘虏。古尔德主张，5亿多年前最早出现的那些大多数重要动物门类之化石，体现了寒武纪的整个进化事务具有某种独特性。这并不是说只有寒武纪的动物才是特殊的，它们当然有其独特之处——每个时代的动物都有自己的特殊性；寒武纪的动物同其他大多数时代的动物群体相比，恐怕也很难说最具有特殊性。古尔德的醉翁之意不在酒，古尔德认为，寒武纪古怪的是其整个演化进程。

新达尔文主义对于多样性演化的标准观点是：当出自同一个物种的两个种群，发展到足够悬殊、以致不能相互交配混种，这个物种就一分为二，变成了两个物种。种群趋异，通常开始于偶然产生地理隔绝之后。地理隔绝意味着它们不再通过有性生殖来混合两者的基因，于是双方分道扬镳，朝不同的方向进化。驱动这种分化的，可能是自然选择（因为两地的环境不同，自然选择很可能把它们推向不同的方向），也可能是随机的遗传漂变（因为两个群体在遗传上不能通过交配混种，所以没有什么可以阻止它们渐行渐远）。在任何一种情况下，当它们进化得差别很大之后，即使它们在地理上又重新走到一起，也已不可能再互相交配繁殖，于是被我们定义为不同的物种。

其结果是："无法交配繁殖"将带来进一步的进化分歧。原先属于同一个属的不同物种，经过相当长的时间，就分化成了同一个科的不同的属。再后来，不同的科又渐次分化达到分类学家所称的不同的目的程度，然后是不同的纲，再然后是不同的门（Phylum）。我们用门来区分动物之间真正的、本质上的不同——比如动物中有软体动物门（如蚌类）、线形动物门（如线虫）、棘皮动物门（如海星）和脊索动物门（绝大多数都是脊椎动物，外加少数零星物种）等等。在我们看来，基于完全不同之"基本身体蓝图"的两门不同的动物（如软体动物和脊索动物），其祖先同样曾经是同一个属中的两个物种。而在此之前，它们是被地理隔绝的同一祖种。这个已经得到广泛认同的观点意味着：如果你在地质时间上一直回溯，那么任何两组动物之间的差别将变得越来越小。你回溯得越久远，就越接近把

所有动物都联系到一起的它们的单一的“共同的祖先”。也就是说，我们人类的祖先和软体动物的祖先是非常相似的，后来才有所差别，并一步一步地越走越远，一直分歧到我们可以称之为两个门的那个阶段。凡是用头脑认真想过这个问题的人，都不会怀疑这种叙事的真实性，虽然我们没有必要去接受“这个过程以均一的速率，与时俱进”这样的观点。它可能是在若干次迅速的爆发中快速发生、发展的。

“寒武纪大爆发”这一戏剧性表达有两种意思。一种是指实际观察上：在寒武纪之前（即5亿多年前）只有少量生物化石；但是，绝大多数动物门的化石形态突然出现在了寒武系的岩石中，看起来像一次新动物的大爆发。第二种意思是指在寒武纪，甚至就在寒武纪中的短短1千万年内，不同的门一级的动物互相分化出来。关于第二种意思，是尚富有争议的我称为分岔点大爆发的假说，它恰好兼容我所称的“标准的新达尔文主义物种分化模式”。我们已经一致认为——当我们追溯任何两个现生动物门的历史时，最终都会聚合到一个共同祖先。我的预感是，对于不同的两个门的“结对组合”，我们需要求诸不同的地质时代，去寻找它们共同的祖先，比如8亿年前（脊椎动物与软体动物的共同祖先）、6亿年前（脊椎动物与棘皮动物的共同祖先）等。但我也可能是错的，我们也不难接受分岔点大爆发假设，即认为因为某些原因，我们对各个门历史的追溯，碰巧都汇聚到相对较短的同一段地质时代之内，找到了它们各自的共同祖先，也许就在5.4亿年前到5.3亿年前之间（这是一个很有趣味的有待探索的领域）。换句话说，至少在这1千万年之初，现生各门动物的祖先之间的差异，并没有像今天所看到的不同门类动物的巨大差异那么巨大。毕竟，它们都是系出共祖，分化而来，原本是同一个物种的成员。

极端的古尔德主义观点（肯定是被他的精词美句所激发起来的，虽然从他本人的话很难看出他自己是否真的这样认为）在根本上不同于、不容于标准的新达尔文主义模式。我还将表明，他的观点一旦被解释清楚，每个人都能看到其中的荒谬。其实他的观点已经被斯图尔特·考夫曼（Stuart Kauffman）表达得很清楚（可能更应该说泄露得很清楚）。考夫曼在《宇宙为家》（*At Home in the Universe*，1995年）中写道：

> 一个人可能会认为，第一个多细胞生物体应该是很简单的，只是后来才从这进化的基底向上分化，成为不同的属、科、目、纲等。这也的确是最严格的传统的作为达尔文主义者的达尔文所希望看到的。达尔文本人也受到崛起的地质学渐变论视角的强烈影响，提出所有的进化都是一个渐进的、积累有用变异的过程。所以最早的多细胞生物体们本身，应该是逐渐地从彼此中分化诞生的。

迄今为止，这仍是对正统的新达尔文主义观点的较好总结。但接下来，考夫曼说了很奇怪的一段话：

> 但这个看起来是虚假的。寒武纪大爆发中最奇妙、难解的现象，就是它的所有进化顺序都是从上而下的。大自然突然以很多大不相同的门一级身体蓝图向前跳跃，并在这些基本设计的基础上，精心构筑了纲、目、科、属……在描述寒武纪大爆发的《奇妙的生命：伯吉斯页岩层和自然史》一书中，斯蒂芬·杰伊·古尔德惊奇地描绘了寒武纪这个从上而下的现象。

亏他说得出来！你只要认真想一想“从上而下”对当时在现场的生物究竟意味着什么，就会立刻明白这种说法是多么荒谬。因为像软体动物或棘皮动物等类群的“身体蓝图”，无论如何都不是（像设计好的服装款式一样）飘浮在空中的“理想实体”，只等待着被真正的动物所撷取采纳。真正的、现实的动物，就意味着要做到这一切——它们是“活着的、呼吸着的、移动着的、觅食着的、排泄着的、打斗着的、和其他个体交配着的”真正的动物。它们一定要能生存下来，因此不可能显著地有别于它们的父母和祖父母。想一想看，一个大的新生物类群（即一个新的门）突然出现在地球上的情况，就像父母突然诞下一个和自己没有相同之处的新生命，好像一条蚯蚓生出了一只蜗牛！任何一位想到这样一层含义的动物学家都不会支持这样一种观点，即使最狂热的突变论者，也从来没有支持过这类的理念。狂热的突变论者满足于假定新物种突然出现在地球上，但即使这样相对温和的观点，也仍然大有争议。所以，当你把古尔德的宏词博文赋予真正的、现实的生命体，它就暴露出了“最纯粹的歪诗科学”的原形。

考夫曼在后面的某一章讲得更清楚。当讨论他那天才的关于“嶙峋的适应性地景”的进化数学模型时，他注意到了一种模式，认为

> 这一模式看起来非常像寒武纪大爆发。在分化过程的早期，我们发现大跃变产生的大量变种完全不同于主干和其他变种，根据形态学方面这些足够充分的区别，它们可以被认为是各新门的始祖。这些始祖还会继续分化，但只是通过跃变幅度稍小的变种进行，于是从每个新门的“掌门”开始，又诞生出第一代各自不同的姊妹物种，它们是各纲的奠基者。随着这一过程的继续，越来越特化、更加适应的变种日益分化成为邻近的类别，作为目、科和属的始祖而相继浮现出来。

考夫曼在早期一本更专业的著作《秩序的起源》（*The Origins of*

Order，1993年）中，关于寒武纪生命也说过一些类似的话：

> 不仅有大量的新身体蓝图迅速地起源，寒武纪大爆发还展示出另一个新现象：构成门的物种从上往下，分别构成了较低一级的分类系统。也就是说，主要的门首先出现，然后才渐次填充到纲、目、科、属，以及更低级的分类层次……

对这段话的一种解读是：这些观点显而易见，人畜无害。在我们“回溯汇聚到某一点”这个模式中，有一点肯定是正确的，即最终成为门的分水岭的物种分离，其发生理应早于注定成为目或更低分类单元的物种分离。但很明显，考夫曼并不认为他所讲的是普通的、显然的现象，从他的“寒武纪大爆发还展示出另一个新现象”和“大跃变”等措辞中，我们可以看出：他认为自己正在为寒武纪研究做出革命性贡献。看来他似乎真心希望我们能从中读出另一种思维——“大跃变”一举推出了全新的各种门。

我要赶紧强调一下，考夫曼的这些段落所出自的那两本书，其内容大都十分有趣，具有创新性，并且没有受到古尔德的影响。理查德·利基（Richard Leakey）和罗杰·卢因（Roger Lewin）最近的另一本新书《第六次大灭绝》（*The Sixth Extinction*，1996年）也是如此。这本书的大部分章节都令人赞叹，只可惜“进化的主因”一章构成了硬伤，这一章明确地、公开承认受到了古尔德的影响。下面就是几行有关的句子：

> 做出进化性跃变，以产生主要功能创新（新门之基础）的有利状态，似乎在寒武纪结束时不知怎的结束了，就好像进化的主要发动机丧失了它的部分力量。
>
> 因此，寒武纪生物的进化可以有较大的跳跃，包括在“门”水平上的跳跃；而后来，它就比较克制了，只在“纲”水平上产生不太大的跳跃。

正如我以前写过的，这就好像一位园丁看着一棵老橡树，纳闷地说：“这棵树好多年都没有生出大的新枝了。这最近长出来的，看起来都是细枝水平的。”且请再思考一下“门水平上的跳跃”或“纲水平上的不太大的跳跃（不太大吗？）”究竟是什么意思。请记住，不同门的动物具有不同的基本身体蓝图，比如软体动物与脊椎动物（或海星与昆虫）。门级的大跃变，一定意味着同属一门的父母在结合之后，生出了应归于另外一个门的子女。这样两代巨大的差异，就像蜗牛与龙虾的差异一样，或者海星与鳕鱼的差异一样。而在纲水平上的跃变，就相当于一对鸟儿夫妇生出了一只

哺乳动物。想一想看，那对儿可怜的鸟爸鸟妈面对窝里的这只怪兽，会有多么吃惊！这一主张的滑稽性的确显而易见。

我之所以能够信心满满地嘲弄这些观点，依据的并不仅仅是简单的现代动物学知识。显然，如果仅依靠现代动物学知识，人们会很自然地反驳：寒武纪的情况与现在不同。不，我们之所以反对考夫曼的“跳远跃变”或利基和卢因的“门水平上的跳跃”，所依据的是完全可靠的、坚强有力的理论。就是说，即便发生这种大变异，其产物也不可能生存。根本的原因我已在前面说过，不管它们有多少存活的理由，但毫无疑问，这些跃变产物更有无穷多的理由走向死亡。一个小突变只代表从父母那里偏离了一小步，这样产生的子女也应该具有其父母那样的生存能力（已经被它们为人父母的事实所证实的生存能力），甚至结果还可能有所改善。可是在门水平上的巨大跳跃，简直相当于跳入深渊大海。我说这种门水平上的跳跃，其跨度就好比从软体动物跳到了昆虫，这当然根本不可能发生，软体动物绝对生不出昆虫。一只昆虫就是一部非常精巧的生存机器。如果软体动物父母生出了一个新的门，这样的跳跃也将像其他突变一样，是随意的乱跳。而这样大跨度的跳跃能够产生一种昆虫，或者任何有一线机会存活下来的生物，这种概率都小得可以忽略不计。突变产生的物种切实可行的机会小得不可思议——无论它所处的生态系统是多么空旷，以及它生活的生态龛是多么开放。在门水平上的跳跃，绝对会搞砸了。

我不相信我引用的那些作者真的相信他们那些印成白纸黑字的话。我认为，他们是太陶醉于古尔德的文字游戏，根本就没有经过认真思考。我在本章引用他们的话，完全是为了说明一位娴熟的诗人具有不经意间误导别人的能力，特别是在他先把自己引向歧途之后。当然，对寒武纪的诗意想象，作为一种创新的开端，无疑是诱人的。考夫曼完全被这种臆想拐跑了：

> 多细胞生物形态出现之后，很快就开始了一个进化创新的辉煌爆发、向外扩展。人们几乎能感到，多细胞生命正蓬勃地向前试验伸出所有可能的分支，好像是在肆意地跳着狂热的探索性舞蹈。

——《宇宙为家》，1995年

是的，人们的确有这种感觉，但这种感觉是来自古尔德的华丽文字，而不是来自寒武纪化石或对进化原理的清醒认识。

如果像考夫曼、利基和卢因那样层次的科学家都被臆想的科学所迷惑，那么不是专家的普通人，又有多少机会逃脱歪诗邪曲的魔掌？丹尼尔·丹尼特

告诉我，他曾经和一位读过《奇妙的生命》的哲学家交谈，哲学家认为《奇妙的生命》主张寒武纪的诸门没有一个共同的祖先，而是各自涌现自独立的生命源头。当丹尼特向他确保那不是古尔德的意思时，他的哲学家同事的回答是："是吗，那这本书又是在忽悠什么呢？"

文笔优美是一把双刃剑。正像著名进化论学者约翰·梅纳德·史密斯（John Maynard Smith）在1995年11月份的《纽约书评》（*New York Review of Books*）中指出的：

> 古尔德的地位相当奇怪，特别是在他所位于的大西洋彼岸。由于他的随笔文采飞扬，许多生物学的圈外人视其为卓越的进化理论家。与此构成反差的是：和我一起谈论过古尔德作品的进化论学者倾向于认为他的思想混乱，不足与谋。但我们又不能公开批评他，因为至少他还站在我们一边反对特创论者。如果他没有给非生物学专业人士描绘一幅大部分是虚假的关于进化理论的图画，这一切倒也无关紧要。

梅纳德·史密斯评论的著作是丹尼特的《达尔文的危险观点》（*Darwin's Dangerous Idea*），人们可以想到，这本书对古尔德对进化思想的影响进行了终极批判。

寒武纪究竟发生了什么？剑桥大学的西蒙·康威·莫里斯（Simon Conway Morris）是古尔德承认的研究伯吉斯页岩的当代三大权威之一（伯吉斯页岩是出产《奇妙的生命》一书所描述的寒武纪化石的岩层）。最近，莫里斯出版了他自己关于这一主题的有趣著作《创世的熔炉》（*The Crucible of Creation*，1998年），书中几乎批判了古尔德观点的每一个方面。同莫里斯一样，我也不认为有任何充足的理由让我们觉得寒武纪的进化过程会不同于我们今天的进化。但是，无疑有许多重要动物门类的化石记录首次出现在寒武纪。于是许多人就想到了一个明显的假说：也许是数个动物门类，大致在同一时间，出于同样的原因而进化出了坚硬的可石化的骨架。其中一种可能性是肉食动物和草食动物之间的军备竞赛加剧的结果，但也有人认为，诱发了寒武纪大爆发的因素是大气化学成分的急剧变化。不过，莫里斯根本没有找到任何证据能够支持"在寒武纪多样性和差异性的疯狂舞蹈中，确曾出现过生命的极度蓬勃繁荣，后来被修剪成为现代颇为有限的动物类型库存"这种诗性理论。如果说有什么的话，那就是：正如大多数进化论学者所预料的——实情看来与这种诗性观点正好相反。

那么，这对于"主要的门发生进化分岔的时间"这个问题，究竟意味着什么？要记住，这个问题不同于可以确定无疑的寒武纪化石爆发。造成争论的是：主要的门的进化分岔点是否都集中在寒武纪？也就是说，争论"分

岔点大爆发”假说是否成立。我说过，标准的新达尔文主义兼容这一假说，但我仍然不认为这个假说有什么现实的可能性。

要解决这个问题，可能的方法之一是观察分子钟。“分子钟”指的是人们发现，某些生物分子在千百万年的时间里，以某一个相当固定的速率发生着变化。如果你能接受这一主张，就请从任何两种现存动物身上采集血样，用来计算它们的共同祖先究竟可以追溯到多久之前。对于分子钟的一些最新研究，已经把各种“两对门”的分岔点前推到了寒武纪之前。如果这些研究是正确的，那么有关生物进化大爆发的雄篇大论都会成为废话连篇。但由于涉及的时代是如此久远，对其分子钟研究结果的解读存在着争议，我们还需要等待更多的证据。

同时，我还更有自信地支持一项符合逻辑的观点。目前有利于“岔点大爆发假说”的唯一证据是反面的：缺失寒武纪之前很多动物门的化石。但即便没有化石，任何一种动物也必然有自己的祖先，它们不可能“无中生有”。有些动物的祖先可能不曾变成化石，但没有化石并不能证明祖先们不曾存在过。剩下的唯一问题，就是那些缺失的、但确曾存在于进化分岔点上的祖先动物，是否只是在寒武纪这一时代集中地大量涌现？还是说它们已经活跃在更早的几亿年前？既然能够使我们猜想它们集中涌现于寒武纪的唯一理由是化石的匮乏，而我们又已合乎逻辑地证实了化石匮乏与论证无关，我的结论是：没有充分的理由来支持分岔点大爆发假说——虽然它无疑充满诗性的恳求！

第九章 自私的合作者

好奇……而非从发现中谋利之期望，乃是促进人类研究哲学（自诩能揭示所以自然现象中隐含的联系的科学）的第一原则。

——亚当·斯密，《天文学的历史》，1795年

中世纪的“动物寓言集”继承了一种更早的传统——劫持大自然以作为道德故事的源泉。在进化思想的发展中，同样的旧传统以其现代形式，支撑了一种最拙劣的“坏诗科学”。我这里指的是这样一种错觉——认为在恶与善、社会性与反社会性、自私与利他、野蛮与文明之间，有一种简单的对立；所有的这一组组对子，都与另外的一组组对子相对应；而关于社会之进化论争议的历史，就如同钟摆一样，在这些对立面之间沿着一个连续统荡来荡去。我并不否认这样的讨论中会有一些有趣的观点。我只是在批评“存在这么一个单一的连续统，而有价值的论辩将在其涵盖范围内将开展”这样一种“诗意观点”。让我再一次援引求雨的巫师：一个自私的基因与一个自私的人类之间的联系，并不超过一块石头与一片降雨云之间的联系。

要解释我所批评的“富有诗意的连续统”，我同样可以从一首诗中借用几行——丁尼生（Alfred Tennyson）的《悼念集》（1850年）中写到“大自然充斥着腥牙血爪”。很多人认为这句诗是受到了《物种起源》（*On the Origin of Species*）的启发，实际上，这首诗的发表比《物种起源》还早9年时间。人们认为，站在那个“富有诗意的连续统”之一端的，应该有托马斯·霍布斯、亚当·斯密、查尔斯·达尔文、托马斯·亨利·赫胥黎、美国著名进化论学者乔治·C.威廉斯（George C.Williams）以及今天那些强调大自然确实就是腥牙血爪的“自私的基因”的鼓吹者。而站在“富有诗意的连续统”之另一端的，则是俄国的无政府主义者、《互助论》（*Mutual Aid*，1902年）的作者彼得·克鲁泡特金（Peter Kropotkin）王子，易受骗但极有影响力的美国人类学家玛格丽特·米德（Margaret Mead）注以及一大群激烈反对“自然在基因上就是自私的”这一观点的作者，其代表人物是《性本善》（*Good Natured*，1996年）的作者法兰斯·德·瓦尔（Frans de Waal）。

德·瓦尔是研究黑猩猩的专家，可以理解，他喜爱他的这些动物，曾经非常烦恼地误以为新达尔文主义倾向于强调“我们在猿人时代的肮脏”。有些同样怀有他那种浪漫想象的人士，最近非常喜欢产于南部非洲的矮小猩猩，

或曰倭黑猩猩，认为它们是一种温和的榜样。普通黑猩猩时常诉诸武力，甚至同类相食，而倭黑猩猩多以做爱开展交流：雄性和雌性以各种配对方式，在各种可能的情况下交配，对它们来说，交配就像人握手一样。它们的信条是：能做爱就不作战。玛格丽特·米德应该会爱上它们。但是像中世纪“动物寓言集”一样，把动物作为某种榜样模范，只能导致臆想的科学。动物们并不是要扮演榜样模范，它们只是要生存下来和传宗接代而已。

倭黑猩猩道德的鼓吹者却倾向于把这个错误结合另一个彻底的进化谎言。也许是他们那“感觉这样很好”的因素在起作用，他们经常宣称：和一般黑猩猩相比，倭黑猩猩与人类更近缘。但这不是真的！我们知道，倭黑猩猩和黑猩猩才是很相近的同类，两者和我们人类则差之远矣。只要你知道了这个既简单又无可争辩的前提，就足以确信“倭黑猩猩和黑猩猩同我们人类的亲缘距离，是完全没有差别的”。它们通过一个共同祖先与人类相联系，而人类则并非出自它们的这一共同祖先。当然和其他物种相比，它们在某些方面更像人类（同时很可能在另一些方面更像其他物种），但这种比较性判断绝对无法反映出进化性亲近关系的差别。

不难想到，德·瓦尔的书中充满了奇闻逸事，即动物有时相互友善，合作共赢，关心同类，兔死狐悲，物伤其类，分享食物，以及做其他的暖心善事。关于这些方面，我采取的一贯立场是：动物界行为的大部分的确是利他的、合作的，甚至是出于主观感情上的善意，但这些行为更多的是遵循基因层面的自私性，而不是违背基因层面的自私性。动物有时可爱，有时可恶，是因为这些可爱、可恶能在不同的场合配合基因的自利性。这就是我们说“自私的基因”而不是“自私的黑猩猩”的确切理由。德·瓦尔和其他生物学家所感知到的对立，即认为人和动物“性本善”和认为人类和动物“性本私”之间的对立，实际上是一个虚假的对立——是坏的诗歌。

现在，人们已普遍认识到：生物个体层面的利他主义，能够成为“基因实现自身利益最大化的手段”。但我并不想重复详述我在旧著（如《自私的基因》）中的观点，我在这里想再次强调的是，那些似乎只看到书名就开始批判的批评家，忽略了很重要的一点：虽然基因在某些方面完全是自私自利的，但同时它们相互之间达成了合作性的联合体。如果你喜欢的话，这才叫富有诗意的科学。但我希望表达的观点是：真正富有诗意的科学，能够帮助我们理解科学，而不是妨碍我们理解科学。在下面的章节中，我将用更多的事例来阐明我的观点。

达尔文主义的关键思想可以用遗传学术语来这样表达：在种群中存在很多拷贝的基因，是善于复制自己的基因，这也意味着它们善于生存下来。从哪里生存下来？——从它们远祖时代环境的祖先身体中生存下来，这也就意味着从各物种典型的生存环境中生存下来：这环境，对骆驼而言是沙漠，对猿猴而言是树林，对大王鱿鱼而言是深海，等等。这些个体如此善

于在各自环境中生存，主要在于——构成它们身体的基因，已经通过不断复制的形式，在同样的环境中生存了许多世代。

请不要拘泥于沙漠和浮冰、海洋与森林，它们只是这故事中的一部分。基因生存的祖先环境还包括一个远为突出的方面，那就是——其他基因，即它们必须与之共享一代代相继的身体中的其他基因。比如沙漠中的骆驼，就肯定具备一些特别适合在沙漠中生存的基因，部分基因甚至可能与跳鼠和沙漠狐狸的基因相同。更为重要的一点，成功的基因将是那些（在这样一个环境中）善于同此物种的其他典型基因共同生存的基因。所以，一个物种的各种基因，经过了选择而变得善于互相合作。基因之间的合作，不同于臆想的所谓的“普遍合作”，它是一部真正的、美丽的科学诗篇，这正是我们这一章讨论的主题。

以下的事实，常常被人误解。并不是说任何一个个体的基因们就互相合作得特别好。在这次组合之前，这些基因从未有机会一起相处——因为有性繁殖物种的每一条染色体都是独一无二的（除了同卵双胞胎）。通常说的“一个物种”中的广泛的基因是相互合作的，是因为它们以前曾经经常相遇——相遇在细胞亲密共享的环境中，尽管总是在不同的组合之下。这些基因相互合作，共同制造与现存物种类型相同的个体。同这个物种的其他基因相比较，没有理由期待任何一个特定个体的基因们会特别地善于彼此合作。有性繁殖从物种的基因库中为它们提供合作伙伴基因这种“大奖”，主要是一种偶然事件。基因组合不协调的个体更倾向于发生死亡，而基因组合协调的个体会把这些基因传到下一代。但从长远来看，往下传递的，并不是那些协调的组合体本身。料理这一事项的，是有性繁殖的“洗牌”。于是，往下遗传的基因，就是那些善于同物种基因库其他基因构成有利组合的基因。经过许多代之后，不管这些幸存的基因所擅长的是什么，最起码它们必须擅长与这个物种的其他基因和平共处。

据我们的认识，骆驼的某些基因可能善于与猎豹的某些基因协作，但它们自己从来没领命做这样的事。我们推想，比起同鸟类基因的合作，哺乳动物的基因大概更容易同其他哺乳动物的基因合作，但这样一种思考仍然只是假想，而非现实——因为，如果撇开基因工程不谈，我们这颗行星上生命的特点之一就是“基因只能在同一物种的基因库中发生混合”。我们可以通过观察一些杂交物种，来检验这种已被打了折扣的推测。不同物种之间的杂交后代，即使能够生存，也大都生存得不理想；特别是和纯种个体相比，它们的繁殖能力孱弱得多。这至少部分地源于它们基因之间的不协调性。甲物种的基因能在该物种的其他基因创建的“遗传背景”或“遗传气候”之下很好地工作，但一旦移植到乙物种，则不能工作，反过来也一样。在一个物种的不同亚种或族系之间的杂交中，也时常见到类似的效应。

听了福特先生（E.B.Ford，现在已故）的讲座，我才第一次理解了这个问题。脾气古怪的唯美主义者福特先生是牛津大学的传奇性人物，他一手创立了（现在已经式微的）生态遗传学派（Ecological Geneticists）。福特的研究主要关注蝴蝶和蛾子的野生群体，其中有一种是浅黄后翅蛾，拉丁学名是*Triphaena comes*。这种蛾子通常是黄棕色的，但有一个颜色发黑的变种，叫枯提西蛾（*Curtisi*）。枯提西蛾完全不见于英格兰，而是与其他蛾子共同生存在苏格兰及其诸小岛上。和一般蛾子相比，枯提西蛾翅膀上的黑色花纹几乎完全显性于普通花纹模式；“显性于”是个技术用词，因此我不能只说是“显性的”。这意味着，浅黄后翅蛾和枯提西蛾交配产生的蛾子看起来像枯提西蛾，尽管它们带着两种蛾子的基因。福特从苏格兰西部的外赫不里底群岛（Outer Hebrides）的巴拉岛和苏格兰北部的奥克尼群岛以及苏格兰本土捕到一些蛾子的样本。在这两座岛上捕到的蛾子样本，彼此之间看起来就像“相反数”，而且黑色花纹的枯提西蛾基因不仅在这两个岛上，就连在苏格兰本土都是占显性地位的。其他的证据也表明，尽管地域不同，但这种枯提西蛾基因在各地都是一样的。

有鉴于此，你可能会认为，如果你杂交来自不同岛上的蛾子，它们应遗传下来基本的显性花纹形态。但事实偏偏不是这样，这就是我们要谈的关键。福特让巴拉岛上的蛾子同奥克尼岛上的蛾子交配，结果它们的后代身上完全失去了那醒目的黑色花纹。杂交种群中出现了一系列中间性形态，就好像没有显性特征一样。

事情的真相看来是这样的：枯提西蛾基因本身并没有一种程式编码色素，以便我们识别不同的蛾子，也没有哪一个基因本身单独地构成显性。和其他基因一样，枯提西蛾基因只能在其他一系列基因存在的情况下才发挥作用，可以“开启”其中某些基因。这样的一系列基因就是我上面所说的“遗传背景”或“遗传气候”的一部分。在理论上，基于其他不同的基因的存在，任何基因都可以在不同的岛屿上产生根本不同的效应。在福特的浅黄后翅蛾例子中，情况稍稍有些复杂，但非常有启发性。看来枯提西蛾基因是一个“开关基因”，对巴拉岛和奥克尼岛的蛾子都起相同作用。但在不同的岛上，它通过不同的基因组合，发挥开关功能。只是在两个岛的种群杂交后，我们才注意到了这个事实。枯提西蛾的开关基因，发现自己所处的遗传气候既不是巴拉岛的、又不是奥克尼岛的，而是两个岛上基因的混合，于是原先每种基因组合能各自产生的颜色花纹就消失不见了。

这其中有趣的是：不管是巴拉岛基因的混合，还是奥尼克岛基因的混合，都能表现出有色花纹，可见，有不止一条通路达到同一结果。两者都涉及可以合作的基因组合，但这两种基因组合又是不同的，每一组的成员都不能与另一组的成员进行合作。我认为，在任何基因库中起作用的基因之间，这都是一种经常发生的模式。在《自私的基因》一书中，我把基因的

合作比作划船。假设一条赛艇由8个桨手来划，他们之间需要很好的相互配合。经过训练磨合的8个人放在一条船上会干得非常出色。可是，如果你从一个组挑4名划手，从另一个同样棒的小组再挑4名，并把双方放在一起，他们却无法契合，结果划得东倒西歪。如果这个推论法应用于基因组合上的话，那就是：假设有两组本来和自己的伙伴（遗传背景）配合得很好的基因，现在却硬要这两组彼此交换成员，置于对方提供的陌生遗传气候之中，结果就破坏了原有的协调性。

在这一点上，许多生物学家开始被带跑了，他们说，自然选择发生在以“所有桨手”为一个单位的层面上，或者说发生在“所有基因的组合”或整个生物个体的层面上。个体是生命层级中一个非常重要的单位，也确实显示出了单位整体的性质，在这一点上，这些生物学家是对的。在这一方面，动物比植物表现得“更加正确”或者说“更加如此”，因为动物身体的各个部分都有固定的位置，并被灵巧地包裹进离散的、单一形状的皮囊中，而植物个体在草地或灌木丛中疯狂蔓生或传播繁衍时，则很难划定清晰的界限。而动物则不然，不管一只狼或一头野牛的身体是多么独立和具备整体性质，这一皮囊都是短暂的，也是独一无二的。成功类型的野牛并不是以“做出简单的个体拷贝”的方式来复制自己，它们复制的是它们的基因。自然选择的真正单位，一定要是具有频率可言的一个单位。如果这个单位属于成功的类型，它的频率就会提高，反之就会降低。基因库中的基因正好就是这样，而野牛个体则不是这样。成功的野牛个体并不会变得具有更高的频率，因为每头野牛都是独一无二的，其频率都是1。如果一头野牛的基因在未来野牛种群的基因中出现的频率增加，我们就可以把它定义为一头成功的野牛。

从来不谦虚的陆军元帅蒙哥马利（Montgomery）有一次曾说：“现在上帝说（而我也同意）……”当我读到《圣经》中上帝与亚伯拉罕立约之事，也有一点儿同样的感觉。上帝并没有允诺亚伯拉罕其个人将永生不死（尽管亚伯拉罕那时才99岁，按《创世记》的标准来说只是一只童子鸡），但他的确允诺了其他事情。

> 我将与你立约，使你的后裔极其繁多……我已立你作多国的父……我必使你的后裔极其繁多，国度从你而立，君王从你而出。

——《创世记》17

亚伯拉罕于是笃信：未来掌握在他的种子（后裔）手中，而不必是他个人。——上帝有他自己的达尔文主义。

言归正传，我想说的是：在达尔文式过程中经受自然选择的基因，虽然是独立的单位，但它们是高度合作的。基于每个基因在其环境中之生存能力的不同，自然选择或偏爱之，或冷待之，但这个环境的最重要部分乃是“由其他基因提供的遗传气候”。其结果是：相互合作的基因组合，就在基因库中走到了一起。个体的身体都是单一的和连贯的，不是因为自然选择挑选了它们作为单位，而是因为构成它们的是那些被选择出来与基因库中的其他基因相互合作的基因。这些基因专门为构建个体身体的事业而合作。但那是一种“无政府状态”的“每个基因各为自己”的合作。

的确，这样的合作一有机会就会崩溃，比如所谓的“分离变相因子”基因的情况：在老鼠身上，有一种t基因，双拷贝的t基因既可以引起不孕也可以导致死亡，所以必然有很强的自然选择来消除它。但雄鼠在单拷贝的情况下，t基因会有一个古怪的效应。一般情况下，一个基因的拷贝应该出现在雄性动物一半左右的精子中（人类也是如此）。比如我是棕色眼睛，随我母亲，而我父亲是蓝色眼睛，于是我就知道我携带了一个蓝色眼睛基因的拷贝，而我50%的精子也带有这个基因。但在雄鼠体内，t基因却并不像这样守规矩。如果雄鼠携带了单拷贝t基因，那么就会导致它90%左右的精子携带t基因畸变，这就是t基因干的好事。这类似于人类遗传棕色眼睛或鬈发的情况。你可以看到，尽管t基因在双拷贝时才是致命的，但一旦t基因出现在一个鼠群中，就有极大的机会进入精子，因此造成它迅速大肆传播。人们提出，野生鼠群中t基因的出现会像肿瘤一样快速蔓延，最终导致这个地方种群的灭绝。t基因的情形，表明了基因之间的合作如果崩溃，将发生什么。用“例外证明规律”往往是一种相当愚蠢的表达，但这里恰恰是一个罕见的恰当场合。

重申一下：相互合作的基因，其主要合作套路在于物种的整个基因库。猎豹的基因只能同猎豹的基因合作，而不能同骆驼的基因相合作，反过来也一样。即便在最富有诗情画意的理解中，这也不是因为猎豹的基因意识到了“保存猎豹物种”具有什么价值。它们并没有像分子版的世界野生动物基金会（WWF）那样在尽力挽救猎豹免于灭绝，它们只是在它们的环境中谋求生存，而构成这个环境的，主要是猎豹基因库的其他基因。因此，和猎豹的其他基因（而不是和骆驼或鳕鱼基因）合作的能力，就是相互竞争的猎豹基因在斗争中受到偏爱的主要品质之一。正如在北极气候中能抵御严寒的基因占据统治地位一样，猎豹的基因库中，占统治地位的也将是那些善于在其他猎豹基因构成的遗传气候中生存的基因。就每个基因而言，基因库中的其他基因，就是这个气候的另一个方面。

基因之间相互构成“气候条件”的层次主要在于细胞化学。基因编码生产酶，这种蛋白质分子就像一台车床，在某一化学流水线上大量生产出一种特定的零件。在细胞中，还有另外的化学流水线也可达到同一目的，也就

是备选的生产线。细胞究竟采用哪一条流水线可能并不重要，只要它不同时开动这两条流水线就好。两条流水线可能同样优良，但流水线A的中间产物无法被流水线B采用，反之亦然。因此有人不禁要说，整个流水线是作为一个整体而被自然所选择的。这样说是错的。在由所有其他基因提供的遗传背景或基因气候之下，自然选择的只是单个的基因。如果在一个种群中占据优势的基因都来自A生产线，只有一步不是，那么，这就构成了对A生产线的这一步骤有利的化学气候。相反，如果流水线B的遗传气候预先存在，受偏爱的将是B的基因而不是A的基因。我们并不是在谈论哪条流水线"更好"，好像两条具体的流水线之间存在某种竞争一般。我们说的意思是：每一条流水线都很好，可要是把它们混合起来就是不稳定的。种群具有两种可选的合作基因的稳定"气候"，自然选择倾向于驱使种群走向当时已经最接近的那一种情况。

但我们也可以不谈论生物化学。遗传气候这个比喻，也可以适用于器官和行为层面。猎豹是一种完美、协调的捕杀机器，它拥有长长的、肌肉发达的腿和为追捕猎物而装备的屈伸自如的脊椎骨，用于刺杀猎物的钢牙利爪，用于瞄准猎物的向前聚焦的眼睛，具备适当的消化酶的短肠，用于消化猎物、大脑中装满食肉行为的"软件"，以及使其成为典型捕猎者的各种其他特征。在军备竞争的另一端，羚羊也同样具有既适合吃草又可快速逃离肉食猛兽的优秀特性，比如由于盲肠（其内充满了能消化纤维素的细菌）之存在而复杂化的肠子、平得像磨盘一样的牙齿、预先安装好报警和飞速逃跑程序的大脑，以及美丽的有伪装斑点的皮毛。猎豹和羚羊，这是两种可以选择的谋生方案，一种没有明显地好于另一种，但每一种生存方案都要优于一个尴尬的折中方案（草食动物牙齿＋肉食动物的肚肠，或者肉食动物的追逐本能＋消化纤维素的酶）。

有些人忍不住又要说，"猎豹整体"或"羚羊整体"作为"一个单位"而被自然选择——用这样一种视角看问题很诱人，但是失于肤浅，失于懒惰。我们需要做一些额外的思考，才能看到到底发生了什么。为肉食动物肚肠之发育编码的基因们，繁荣在为肉食动物大脑编程之基因们已经占据优势地位的遗传气候之中，反过来看也一样。同样，在草食动物中，编码保护性伪装的基因们，繁荣在编程草食动物牙齿的基因占优势的遗传气候之中，反过来看也一样。大自然中有很多很多种谋生方式。仅举几种哺乳类的例子：有猎豹的方式、有黑斑羚的方式、有鼹鼠的方式、有狒狒的方式，还有考拉的方式。这些生存方式没有优劣之分。所有的方式都能活。但糟糕的是——选择了一半某种生存方式，又选择了一半另一种生存方式。

对这种观点的论证，最为突出地表现在各自分离的基因们这个层次上。在每一个遗传位点，受到偏爱的都是"能与其他基因提供的遗传气候相协调的"那些基因，即通过不断传代，在这种气候中存活下来的基因。因为这

一点适用于构成气候的每一个基因（因为每个基因都是另外一个基因气候中的“潜在组成部分”），其结果是：一个物种基因库的所有基因，都倾向于联合成相互兼容的伙伴构成的合作集体。抱歉，我继续唠叨这些，但是我的一些可敬的同行拒绝抓住重点，顽固地坚持“个体”是自然选择的“真正”单位。

更广泛地说，一个基因必须生存其中的“生存环境”也包括与其有接触的其他物种。任何物种的DNA并不真的直接接触其捕食者、竞争者或共生伙伴的DNA。“气候”是就一个物种内的基因而言的，当基因合作的舞台是在细胞内的时候，就不能过高地评价“气候”的地位。在更大的舞台上，其他物种基因的结果（它们的“表型效应”）构成了环境的重要部分，而邻近物种基因的自然选择，正是发生在这个环境中。比如热带雨林，就是被在其中生长的各种动植物组成和界定的一种特殊环境。热带雨林中的每一个物种都构成了一个基因库，其在有性繁殖方面，与其他物种的基因库相隔绝；但在身体效应方面，与其他物种相接触。

我们已经看到，在这样相互隔离的每一个基因库中，自然选择偏爱那些在自己的基因库中与其他基因合作的基因，不过，自然选择也偏爱那些能够在热带雨林的其他基因库（树木、藤条、猿猴、蜣螂、木虱和土壤细菌）所构造的结果之中生存的基因。在长期的发展中，这将使得整个雨林看似成为一个和谐的整体，每一个单位都为共同的利益而生存。在这样一个快乐的大家庭中，每一棵树木、每一只螨虫，甚至每一只捕食者和每一条寄生虫，都在发挥着自己的作用。这又一次构成了“将我们诱入歧途”、沉浸于歪诗邪曲的危险。而更加真实的、但仍然具有诗性的科学，是把森林视为“自私的基因们的一种无政府状态的联邦”。在其他基因构成的遗传背景之中，它们由于善于在自身基因库中生存，从而被自然选择选中、入邦。（这一次是优秀的诗性科学——本章的目的，就是要说服你去相信这种优秀的诗性科学。）

有一种空洞无聊的观点，认为雨林中的生物为其他物种执行着宝贵的服务，甚至维护了整个雨林群落。当然，如果你清除土壤中的所有细菌，那么首先是树木，最终是雨林中几乎所有的生物，都会走向死亡，但这并不是土壤细菌生存在雨林中的原因。当然，它们确实分解了枯枝败叶、动物死尸以及粪便，使之成为肥料，促成整个森林的持续繁荣，但这些微生物的存在并不是为了制造肥料。它们是在将枯枝败叶和动物尸体作为自己的食物，是为了实现其编程产生造肥行为的基因的利益。从这些植物的角度来看，改良土壤只不过是这些微生物为自己利益而活动时附带发生的结果；从草食动物以及其捕食者的角度来看，也是如此。雨林群落中的物种在与其他物种的共存中得以繁盛，因为这个群落是令它们的祖先存活下来的环境。也许有的植物能够繁荣地生长在没有丰富的土壤微生物的条件

下，但这些植物不见于我们的热带雨林——而更有可能见于沙漠。

面对大地女神“盖娅”（Gaia）之诱惑，正确思路应该是这样的：“盖娅”之概念，过度浪漫地把整个世界想象成为一个生物体，认为每个物种都在汲汲贡献于整体利益，比如细菌的工作就是改善大气的气体含量，以利好所有生物的生存。我所知道的这种“歪诗邪曲科学”最极端的例子，来自一位著名的资深“生态学家”（引号表示此公只是一位绿色政治活动家，而不是生态学领域的真正学者）。梅纳德·史密斯教授告诉我，他参加开放大学举办的一次会议的时候，碰到了这位“生态学家”：会议讨论最后转到“是不是因为彗星撞地球，导致了恐龙大灭绝？”这个话题。那位留着大胡子的“生态学家”断然否定，坚定地说“当然不是”，因为“盖娅不会让这种事发生”。

盖娅是希腊的大地女神，英国大气化学家和发明家詹姆斯·拉夫洛克（James Lovelock）采用这个名字来表达自己的诗性主张——整个地球应当被看作一个单独的生命整体，所有生物都是大地女神的身体部分，它们像一台调节得很好的恒温器一样协同工作，应对扰动，维护众生。可是，拉夫洛克被一些人（比如被我上面说的那位“生态学家”）搞得非常尴尬，因为这些人把他的思想发挥得太离谱了。盖娅已经成为一种崇拜，几乎成了一种宗教，怪不得拉夫洛克现在想让自己与这些保持距离。如果你仔细考虑一下拉夫洛克早期的一些观点，就会发现那些观点只是略微现实一点点。比如他提出细菌产生甲烷气体，是因为它们在调节地球大气的化学构成方面扮演着可贵的角色。

但这带来的问题是：细菌被要求发展得比自然选择所能解释的还要优秀。它们被期望产生超过自己所需的甲烷，来嘉惠整个地球。有人说，一旦这颗行星走向灭亡，细菌们自己也将不复存在，所以细菌们产生甲烷，也是为了自己的长远利益。这可不是一个好的辩护——自然选择从来没有意识到长远的未来。自然选择无意于任何事情，它是没有意识的。进步并不是源自某种预见，而是来自基因库中的一些基因在数量上超过了它们的竞争者。不幸的是，躲在幕后制造叛逆细菌的基因，不劳而获地分享其竞争者无私贡献的甲烷，却将注定由于利他者的工作而大大繁荣，于是这个世界就将进一步充斥着自私的细菌。即使因为它们的自私，整个细菌群体（以及其他生物群体）将走向衰败，甚至走向灭绝，这种情况也将在所不惜地持续下去。为什么不这样继续下去呢？毕竟它们没有先见之明。

如果拉夫洛克回击说，细菌只是在为自己生产某种有用物质的同时，制造了甲烷这种副产品，而甲烷又碰巧对整个世界有益，那我将全心全意地赞同他的观点。但在那种情况下，关于大地女神盖娅的整个雄篇大论就是多余的和误导性的了。你没有必要去说细菌的工作对其他生物有益，它们只是在为自己的短期遗传利益工作。于是，我们的结论是：个体只有在对自己有利的情况下，才为盖娅女神服务。既然如此，又何必在讨论中引入盖

娅的概念呢？还是用基因来思考更有好处，这是自然选择的真正的自我复制的单位，它们繁荣昌盛地生活在包括由其他基因提供的遗传气候的环境中。我非常高兴地总结出遗传气候这个理念，将全世界一切基因涵盖其中。但这并不是盖娅。盖娅这一概念，错误地将行星生命看作一个单一的存在。事实上，行星生命是遗传气候的一种变换的模式。

美国细菌学家琳恩·马古利斯（Lynn Margulis）是和拉夫洛克一起拥护“大地女神”的主要战友。马古利斯尽管生性好斗，但还是坚定地站在了我所攻击的“歪诗科学的连续统中的温和的一边”。她同自己的儿子多里昂·萨根（Dorion Sagan）一起写道：

> 对达尔文的“最适者生存”观点的一种流行的曲解，认为进化是个体之间和物种之间长期的血腥斗争这种观点——已经在新的观点面前烟消云散。新的观点认为：各种生命形态之间是持续合作、高强度相互作用、相互依存的，生命蔓延全球，依靠的并不是战斗，而是各种生命形态在地球上的交错联网。生命形态们因为成就其他生命，而非杀戮其他生命，从而发生增殖和复杂化。

——《小宇宙：40亿年的微生物进化》，1987年

在这里，马古利斯和萨根在一种比较肤浅的意义上，离正确观点并不远，但他们受歪诗科学的误导而做出了错误的表达。正如我在本章开头所强调的：“斗争与合作相对立”是一个错误的两分法。在基因层面就存在着根本的冲突。但是，因为基因环境是咸与参加、彼此相互决定的，合作与“联网”就作为这种冲突所偏爱的形式而自动地兴起了。

拉夫洛克是研究地球大气的学者，马古利斯则从另一个方向研究问题，是研究细菌的专家。在我们行星上的各种生命形式中，马古利斯正确地赋予细菌以中心位置。在生物化学的层面，有一系列谋生的基本途径；所有的基本途径，都正由这种或那种细菌实践着。真核生物（即除细菌外的生物）采用了其中的一种基本的谋生秘术，而我们得到这一秘术的途径，是来自细菌！马古利斯经过多年的研究，成功地证实：我们体内的大多数生物化学过程，都是通过以前自由的、但现在生活在我们细胞内的“细菌”完成的。下面这段话也引自马古利斯和萨根的那本书：

> 细菌，相比而言表现出更加广泛的新陈代谢类型，远远超过真核生物。它们沉溺于奇特的发酵、产生甲烷、直接“吃”空气中的氮气、从硫黄颗粒中提取能量、呼吸时沉淀出铁和锰、燃烧氢氧合成水分子、

在沸水和盐卤环境中增加水分、用视紫红质来储藏能量……而我们这些真核生物，却只使用了它们众多新陈代谢类型中的一种来产生能量，那就是线粒体的专职，名为——需氧呼吸。

需氧呼吸是一套精细的生物化学循环和反应链，它们释放出有机分子存储的得自太阳的能量，发生在一种充满我们细胞的微小细胞器（线粒体）之中。马古利斯已经让科学界相信，线粒体起源于古细菌，我认为这是对的。线粒体的祖先在以前独自谋生的时候，进化出了我们所称的“需氧呼吸”这种生化技巧。我们真核生物现在正受益于这种“先进的化学法术”，因为我们的细胞中生活着发明这种法术之细菌的子子孙孙。按照这个观点，从远古海洋中自由漂浮的需氧呼吸细菌，到现代的线粒体，有一条从未中断的“传衍链”。当我说“传衍链”的时候，我指的是：一个曾经自由生活的细菌细胞一分为二，然后其中至少有一个又一分为二，然后其中至少一个又一分为二，等等，一直传承到成为我们的每个线粒体，并且还要在我们的细胞中继续分裂传承下去。

马古利斯认为，线粒体原本是寄生生物（或掠食者——不过在这一水平，两者的区别并不重要），它们攻击体型更大的细菌，即那些注定要为真核细胞提供外壳的细菌。现在仍有某些寄生菌干着类似的勾当：它们洞穿被捕食细胞的细胞壁，安居其中之后，封起洞口，从内部吃掉这个细胞。根据这一理论，线粒体的祖先从会杀死其他生物的寄生物进化到不那么致命，从而可以让被攻击的细菌活着，更长久地榨取它们。再后来，这些被剥削的细胞也从原始线粒体的新陈代谢活动中受益。于是它们之间的关系，就从掠食或寄生（对一方有利而对另一方有害）变成了对双方都有利的共生。随着共生的深化，每一方都更加完全地依赖另一方，而且都失掉了一部分（由对方提供反而更好的）结构。

在一个达尔文式的世界中，只有当寄生物的DNA作为宿主“自身”的DNA，以同样的传输方式“纵向地”传递给宿主的子代时，才可能进化出这种肝胆相照的亲密合作。直到现在，我们的线粒体还拥有它们自己的DNA，它们的DNA与“我们自己的DNA”亲缘关系很远，但和某些细菌DNA的亲缘关系较近。然而线粒体是在人的卵细胞中世代相传的。像这样纵向传递DNA（即从宿主的亲代传给宿主的子代）的那些寄生物，由原先的敌对性变得日益合作，因为凡是有益于宿主DNA生存的事物，自动地也有益于它们自己DNA的生存。但是“横向”传递DNA（即从一个宿主传给另一个未必是其子代的宿主）的寄生物，如狂犬病病毒和流感病毒，甚至会变得更加凶恶。如果DNA是横向传递的，那么宿主的死亡就未必是一件坏事。举一个极端例子：宿主的肉体被潜藏在动物个体细胞内的寄生细菌变成孢子然后枯干爆裂，这些寄生DNA随风飞舞，直到找到新的宿主。

线粒体是把纵向传递DNA做到极致的专家。它们和宿主之间已变得如此亲密，以至于我们很难看出它们在以前曾是分离的。我牛津大学的同事大卫·史密斯（David Smith）爵士曾做过一个巧妙的比喻：

> 在细胞栖息地中，一个侵入的生物会逐步失去其自身的组件，慢慢融入大背景，只留一些残存的遗迹，透露着它们曾经的存在。事实上，这让我们想起童话《爱丽丝漫游奇境记》中，主人公遭遇柴郡猫时的情景。当她注视这只猫的时候，“它很慢地消失了，从尾巴开始，以那张咧嘴的笑脸结束，身体其他部分都消失后，那张笑脸还留存了好一会儿”。在一个细胞中，有相当数量的细胞器就好像柴郡猫的笑脸一样。对想追踪它们起源的人们而言，这种笑脸极富挑战性、蔚然成谜。

——《作为栖息地的细胞》，1979年

线粒体DNA与宿主DNA之间的关系，以及一个物种“自身”基因的传统基因库中的两个基因之间的关系，这两种关系之间，我找不出任何巨大的差异。我已经主张过，我们“自己的”所有的基因，都应被看作是互相寄生的。

另外一个现在已经相当没有争议的“笑脸遗迹”是叶绿体。叶绿体是植物细胞中的微小结构，它们的工作是进行光合作用——通过利用太阳能合成有机分子来储存太阳的能量。在需要的时候，可以用可控的方式分解这些有机分子，释放出能量。植物的绿色就来自叶绿体。现在大家都认可：叶绿体传承自可进行光合作用的古细菌，是今天仍然自由漂浮在污水中并常常造成水华的蓝细菌的近亲。这些细菌的光合作用过程，和真核生物叶绿体中的过程完全一样。按照马古利斯的观点，叶绿体被俘获的方法不同于线粒体。线粒体是祖先侵入了更大的宿主，而叶绿体祖先的身份则是受害者——最初是作为食物被主家所吞噬，后来才同它们的主家一起进化成和睦的共生关系，毫无疑问，也是因为它们的DNA变成了纵向传递给宿主的子孙后代。

更有争议的是，马古利斯深信，还有另外一种细菌（螺旋状运动的螺旋体）侵入了早期的真核生物细胞，并且发展成为纤毛和鞭毛这种运动结构，以及在细胞分裂中把染色体拖向两个子细胞的“纺锤体”。纤毛和鞭毛是同一种东西，只是大小不同，马古利斯喜欢把它们都称为“波动足”。她保留了鞭毛一词，来指称有些细菌所用的那些看起来很相像、但实际上非常不同的“像鞭子一样划桨的结构”（也许用“旋转”前进这个词更贴切）。顺便说一说，在生物界，细菌之鞭毛的非凡之处在于它能真正地旋转着前

进。在人类“重新发明”车轮或车轴之前，它们是自然界中“车轮”的唯一重要实例。纤毛和真核生物的波动足更为复杂。马古利斯把每一个单独的波动足都匹配了一个完整的螺旋体细菌，就像她把每一个线粒体和每一个叶绿体都看作一个完整的细菌一样。

在较近的进化中，几度发生“吸纳细菌来进行某些艰巨的生物化学任务”这种事件。比如：深水鱼类有发光的器官，不仅用来相互传递信号，还用来为自己照亮前程、探路寻途。它们并非采用了什么难能可贵的化学手段，而是笼络了一些具有这种专门技术的发光细菌。鱼的发光器官就是一个精致的容器口袋，容纳着精心养护的细菌，它们在为自己的目的进行生物化学反应时，顺带产生了光这种副产品。

于是，我们有了一种全新的角度来观察一个独立的生物体。动物与植物不仅参与相互之间复杂的互动网络，还能与热带雨林或珊瑚礁之类的群落和群体中其他物种的个体发生联系。而且每一个独立的动物或植物，都是一个群落——一个由数以亿计的细胞构成的群落，而其中的每一颗细胞，又都是由成千上万个细菌构成的群落。我还要进一步提出，即使一个物种的“自己”的基因，也是一个由自私的合作者构成的群落。现在，我们受到了另一阙诗意科学的诱惑：想象的等级体系。大的单元中有小的单元，这种现象不仅仅止于独立个体的层次，甚至在更高的层次也是如此，因为生物生活在群落之中。在等级体系的各个层次中，就不存在同低一层级之单元（曾经是独立的单元）之间的共生合作吗？

这样的合作也许会有一些好处。白蚁靠吃木头、图书这样的木制品而非常成功地谋生，但白蚁自己的细胞并不是天生具备消化木头必需的化学能力。就像真核生物细胞需要借助线粒体的生物化学天赋一样，原本消化不了木料的白蚁内脏依赖一些能消化木料的共生微生物来做消化木料的工作，白蚁依靠这些微生物和它们的排泄物来生存。这些微生物是奇特的、专门化的生物，因为除了白蚁种群的肠子之外，它们大多不见于世界任何其他地方。双方互相依赖，这些微生物要依赖白蚁找到木头并用物理方法咬成碎屑，就如同白蚁要依赖它们分解木屑、形成更小的分子级碎片一样（白蚁自己无法产生这其中必须要用到的酶）。这些微生物中有一些是细菌，有一些则是原生动物（单细胞真核生物），还有一些是两者迷人的混合体。之所以迷人，是因为一种进化产生的似曾经历的感觉，使马古利斯的推测看起来非常像真的。

有一种鞭毛原生动物，叫混毛虫（*Mixotricha paradoxa*），生活在澳大利亚白蚁（*Mastotermes darwiniensis*）的肚肠中。混毛虫的身体前端有四根比较大的纤毛。当然马古利斯认为，这些纤毛是从与它们共生的螺旋体传承而来的。这一点虽然仍然存在争论，但我们确已发现了第二种很小

的、挥动的、像头发一样的突出结构。它们覆盖着这种原生动物身体的其余部分，看起来很像纤毛，就像人类输卵管中通过有节奏的摆动将卵子向下推进的纤毛一样。但它们并不是纤毛，而是一个个细小的螺旋体细菌，在一只混毛虫身上大约有50万个之多。所以，这里涉及两种完全不同的螺旋体。正是这些游动的细菌，在白蚁的肠子中推动着混毛虫，而且据报道，它们的运动是协调一致的。这看似难以置信，直到你认识到——每一个细菌的运动都仅仅是被它相邻的邻居所激发的。

而前面那四根比较粗大的纤毛似乎只是用作舵。它们可以被描述为混毛虫“自己”的，以区别于覆盖其身体其他部分的螺旋体细菌。不过当然，如果马古利斯是对的，与那些螺旋体相比较，它们也并无资格号称是混毛虫“自身”的东西，而只是代表了一次更古老的细菌入侵。这种似曾经历的感觉来自一种新螺旋体的“故伎重演”，而追溯这类好戏的首次上演，则在早至10亿年以前。我们发现，混毛虫还不能利用氧气，因为白蚁肠子中的氧气不充足。否则，我们恐怕就要确信它们体内会存在线粒体——那是另一波更久远的细菌大侵袭的遗迹。但无论如何，在它们体内的确共生着其他细菌，很可能扮演着非常类似于线粒体的生物化学角色，可能从事着帮助消化木头的困难工作。

因此，一个独立的混毛虫个体，就是至少50多万个各种共生细菌的聚居地。从白蚁所发挥的“木头消化机”的作用来看，它在自己的肠子中建立了容纳许多共生微生物的聚居地。不要忘记，除了“最近”才侵入它肠子的细菌群体之外，一只白蚁“自己的”细胞（就像任何其他真核生物的细胞一样）本身就是更早的细菌的聚居地。白蚁的特别之处在于：它们本身就生活在大都由不育工蚁构成的巨大群体中，这些工蚁有效掠夺农业成果的本事几乎超过（除蚂蚁之外的）任何其他生物，而这两种害虫成功的原因也相同。澳白蚁（Mastotermes）的巢穴可以容纳多达一百万只工蚁，它们是贪吃的害虫，啃噬电线杆和电缆的塑料外皮，吞食木头建筑和桥梁，甚至吞食台球！看来，成为群体的巢穴的一处大群落，是一种成功的生存技巧。

我想返回到基因的视角上来，把普遍共生（universal symbiosis）的观点推向其最终的结论。马古利斯被人们恰如其分地视为“互利共生的一位高级女祭司”。我曾经说过，并且想进一步发挥——我们可以认为，所有“普通”的细胞核基因都是以同线粒体基因一样的方式互利共生的。然而，马古利斯和拉夫洛克却认为合作与和睦的诗情画意，是在一个联盟中共同生存的首要条件。我想和他们唱反调，认为这些应该是第二位的。因为在遗传的层面上，所有的东西都是自私自利的，但是服务于基因们的各种自私目的的力量，却是它们在许多层面的合作。就基因们本身而言，我们“自己的”基因们之间的关系，在大体上无异于我们的基因们与线粒体基因们

之间的关系，或者我们的基因们与其他物种的基因们之间的关系。所有的基因之所以能被自然所选择，都是因为它们具有“能够在其他基因（不管是什么物种的）存在的条件下繁衍”的能力。

在基因库中合作制造复杂机体经常被称为共同适应，以区别于共同进化。共同适应一般指“在同一种类的有机体中，不同部分之间的相互剪裁、适应”。例如，许多花朵都既有吸引昆虫的鲜艳色彩，又有作为跑道之导航标志的黑色条纹，把昆虫引向花蜜。色彩、黑色条纹和花蜜，三者相辅相成。这就是共同适应，造就它们的基因们是在彼此的存在中被选择出来的。共同进化一般表示不同物种之间的互相共同进化。花朵和给它们传授花粉的昆虫，就是一起进化的共同进化。在这一例中的共同进化关系是双方互利的，共同进化还包括敌对性的共同进化——可以称之为“军备竞赛式”的共同进化。被猎动物的高速奔跑，就是和捕食它们的猛兽的高速奔跑共同进化的。被猎动物的厚实外皮和猛兽刺穿它的利器与技巧，也是共同进化的。

虽然我刚刚截然地区分开“物种内”共同适应和“物种间”共同进化，但我们还是可以看到，可以原谅两者某种程度的混淆。如果根据我在本章表述的观点——基因的相互作用就是（在所有层次上进行的）基因的相互作用，共同适应就只是共同进化中的一种特殊情况。就基因本身而言，在“物种内”和“物种间”并无根本性的不同。它们的不同是实践性的。在物种内部，基因在细胞中与它们的伙伴相遇；在物种之间，基因则是通过其在外部世界中的表现而与外界的其他基因相遇。而“居于两种情况之间”的实例（如寄生虫和线粒体），因为模糊了两者的界限，所以非常具有启发性。

怀疑自然选择的人常常忧虑这样一个问题——他们说，自然选择是一种纯粹的负面过程，它淘汰不适应生存的生物；这样的否定性淘汰过程，怎么能发挥出正面的、积极的作用，从而形成复杂的适应结构（机制）呢？共同进化和共同适应相结合（我们刚刚看到的，这两个过程之间差别并不大）在很大程度上能够回答这个问题。

共同进化像人类的军备竞赛，是进步性改善日益积累的秘诀。当然，我指的是它们行为效率的改善。但很显然，从天下苍生的角度来看，人类的军备竞赛改善正与此相反（意味着和平、缓和）。在动物界，如果肉食兽的捕食技巧改进了，被掠食者就要被迫跟出同样有力的王牌，才能坚守同样的地位不恶化，反过来也一样。在寄生虫与其宿主之间也是这样的关系。发展带来进一步的发展，于是导致生存装备真正意义上的改进和发展，尽管生存的机会并没有提高（因为军备竞赛的另一方也在不断地发展改善）。于是，共同进化——军备竞赛（在不同基因库中基因的协同进化），就足以回答那些认为“自然选择是纯粹的负面过程”的怀疑论者。

对此的另一个答案是：共同适应——同一个基因库中基因的共同进化。在猎豹的基因库中，食肉的牙齿和食肉的内脏与食肉的习性完美配合。而在羚羊的基因库中，结合在一起的则是食草的牙齿、消化纤维的内脏以及食草的习性。在基因层面上，我们已经看到，自然选择装配起了和谐的组合，但它挑选的不是整个组合，而是组合中的基因。如果组合中的每个部分在基因库中都相对其他部分占有优势，就会受到偏爱。在基因库动荡的平衡中，稳定的解决方案可能不止一种。不过，一旦一个基因库开始被某一个稳定的解决方案所控制，对自私基因的进一步选择就会有利于这个解决方案中的基因。如果起始情况不一样，那么其他解决方案也同样会受到自然选择的青睐。无论哪一种情况，都将消除怀疑主义者对于“自然选择就是纯粹否定的、削弱的过程”的担忧。自然选择是积极的和建设性的，它对物种的削弱程度，并不甚于一位雕刻家工作时砍斫岩石。自然选择从基因库中雕刻出相互作用的组合——共同适应的基因们，它们本质上是自私自利的，但实际是合作共赢的。“达尔文派雕刻家”所雕琢的单元，是一个物种的基因库。

我在最近这几章投入了一些篇幅，告诫大家要警惕科学中的歪诗邪曲。但我这本书的立场并不是要否定诗意，恰恰相反，科学是诗意的，科学应该是诗意的。科学应该求诸优秀的诗歌，从中借鉴丰富的想象力，让充满诗意的想象和比喻激发科学的灵感。“自私的基因”是一个形象的比拟，一个潜在的优秀比喻，但如果对这种比拟使用不当，仍会造成令人遗憾的误导；而如果阐释得正确，它就会深化我们对事物的理解，并且激发我们的研究。这一章中用拟人化的比喻来阐释“自私的基因”同时也是“合作的”这一观念。下一章提出的关键形象是：物种的基因详细地描述了它的祖先曾经生活过的一系列环境，这是一部“逝者的遗传天书”。

---

1. 我应该解释一下玛格丽特·米德“易受骗但极有影响力”这句话的意思。美国学术文化圈里有很大一波人热情接受了她那玫瑰色的环境保护主义的人性论，然而，问题不久就暴露出来。她的理论建立的基础并不坚实：她在萨摩亚群岛做短期考察期间，两个恶作剧的萨摩亚姑娘拿她寻开心，给她编造了一整套虚假信息。她在萨摩亚待的时间太短，没有像她的对手、澳大利亚人类学家德里克·弗里曼（Derek Freeman）那样掌握当地的语言。多年之后，弗里曼发表了更加详尽的对萨摩亚社会的研究，并揭开了米德上当受骗的所有内幕。

第十章 逝者的遗传天书

记住往昔岁月流传下来的智慧……

——威廉·巴特勒·叶芝，《苇间风》，1899年

我能记得的自己在学校写的第一篇作文是《一枚便士的日记》。你必须假想自己是一枚硬币，讲出你的故事。你怎么样在一家银行中稍作休息，后来被交付给一位客户，在他的口袋里和其他硬币一起叮当作响的感觉如何，后来你被付给一名店员以购买某种东西，后来又作为零钱被找给了另一位顾客，后来……好吧，也许你自己也写过类似的作文。想象硬币从一个口袋转到另一个口袋，可以帮助我们想象基因也同样能够从身体传递给后代的身体。关于硬币这一比喻，首先要指出，我们显然不能把基因的拟人照字面理解为真，就好像7岁的儿童一定不会真的认为硬币会说话。拟人有时候是一种有用的修辞手法，但如果有人指责我们在照字面理解它，那他的愚昧程度就堪比把拟人当真。物理学家们并不是真的对粒子们着了魔，如果真有人指责他们着了魔，那可真是一个烦人的呆子。

“铸造”一个基因的事件，是通过改变原先的基因而实现的一次突变。在种群中的这一基因的许多拷贝中，只有一个拷贝发生了改变（在另一个时间，一个相同的变异事件可能会改变基因库中的另外一个拷贝），其他的则继续制造原始基因的拷贝，原始基因的拷贝可以说在同变异基因进行竞争。和硬币不同，基因当然超级善于制造自身的拷贝，我们关于基因的日记必须包括它的经历，不是具体的原子构成DNA的经历，而是DNA以多拷贝的形式在祖祖辈辈中的经历。正如我在上一章所展示的，一个基因的历代“经历”，包括的就是它与该物种的其他基因的耳鬓厮磨、朝夕相处，这就是为什么在构建身体的共同事业中，它们能合作得如此融洽。

现在，让我们提出一个问题：是不是一个物种的所有基因都具有同种祖先的“经历”？回答是：它们大多如此。大多数美洲野牛的基因可以追溯到很久以前的野牛祖先那里，包括祖先们经受过的种种欢乐和折磨。这些基因从大大小小的公牛母牛身上生存了下来。但有一部分基因具有不同的经历（例如决定性别的基因）。在哺乳动物中，Y染色体只见于雄性，不与其他的染色体交换基因。因此，美洲野牛Y染色体上基因的经历有限：仅限雄性。它的经历大体上是野牛的大多数基因的典型经历，但与其他大多数基因不同，它不知道在母野牛体内是什么感觉。自从恐龙时代最早的哺乳动物诞生以来，Y染色体上的基因可能经历了很多不同物种的雄性的身体，但它从来没有在任何种类的雌性体内生存过。X染色体的情况更加难

以说明。雄性哺乳动物体内只有一个X染色体（遗传自其母亲，再加上从父亲那里继承的一个Y染色体，组成一对性染色体），而雌性哺乳动物有两个X染色体（分别来自父亲和母亲），所以每个X染色体基因都既经历过雄性的身体，又经历过雌性的身体，不过其2/3的经历还是在雌性身体内。而在鸟类当中，情况则完全相反。雌鸟有不一致的性染色体（我们可以将其类比于哺乳动物，也称之为X染色体和Y染色体，虽然对鸟类的这两个染色体的正式术语并非X和Y），而雄鸟拥有两个同样的染色体（XX）。

位于其他染色体上的基因们都具有在雌、雄身体中相等的经历，但它们在其他方面的经历仍然有可能不相等。比如一些决定物种长腿、粗角等特性的基因，可能在祖先的体内停留的时间相对比较长，尤其是当这个基因为显性基因时。显而易见的是，从它们的祖先时代起，所有的基因在成功个体中度过的时间都要长于在不成功个体中度过的时间。曾有很多不成功的生命个体，它们包含了对该物种基因的一些补充，但它们总的趋势是不能传宗接代（这也正是“不成功”的含义）。当一个基因回顾自己所在的过去的身体的传记，它就会发现，它们事实上都是成功的（据“成功”的定义），它们中的大多数（而非全部）可能本身的配备就会让它们成功。不同之处在于，那些配备并不成功的个体有时也进行了繁殖，而那些天生的通常情况下会超级成功的个体，有时候也可能被雷劈了。

如果像某些鹿、海豹和猿猴那样，某一物种的群体由雄性动物组成统治等级，优势雄性来完成大部分传宗接代任务，那么，这个群体的基因们就会有更多的优势雄性个体的经历，而不是那些从属性雄性的经历（请注意，我们已不在专门的遗传学意义上谈论作为隐性之对立面的显性，而是在一般性的语言中说优势性的，其对立面是从属性的）。在它们的每一代中，大多数雄性都是从属性的，但它们的基因仍然可以回溯到占统治地位的雄性祖先构成的强大祖系。在每一代动物当中，大多数成员的父亲都是在上一代占统治地位的少数优秀分子之一。我们在野鸡群体中也看到同样的情况，可以认为，它们这个物种是由最漂亮的雄性来传宗接代的。大多数基因（无论现在是雌鸡的基因，还是或丑或美的雄鸡的基因）都能回溯到一支长长的漂亮雄性祖先的光辉族系。基因们在成功的身体中的经历，要多于在不成功的身体中的经历。

鉴于一个物种的基因经常发生在“从属性个体”中的经历，我们就可以期望看到“在逆境中尽力而为”的权宜策略。在某些物种中，成功的雄性动物总是很好战地保护着自己的“后宫”，我们有时会发现那些处于从属地位的雄性个体则采取迂回的、“偷鸡摸狗”的战术，以获得短暂接触雌性的机会。海豹群体在动物世界中是最具独占“后宫”色彩的社群之一，在一些种群中，大约不到10%的雄性完成了90%以上的交配。大部分单身的雄海豹一

方面时刻寻找着机会，想赶走占据着大群妻妾的雄海豹，另一方面机敏地等待机会同一只暂时逃脱看管的雌海豹交配。自然选择既然接受这样的雄性替补策略，那么必然有相当显著的基因细流是通过苟合而偷偷摸摸地继承下来的。用我们的“一个基因的日记”中的语言来说，至少有某些基因记录了那些“居于从属地位之雄性祖先”的经历。

不要被“经历”一词所误导，“经历”并不一定非要被视为一种比喻，也可以照字面来理解。我希望这对读者是显而易见的。比较不明显的是：当我们谈论把整个物种的基因库（而不是一个单独基因）作为从祖先那里获得“经验”的实体的时候，我们所使用的这一比喻更加能够说明问题。这是我们“自私的合作者”原则中的另一个方面。让我试着说清楚“一个物种，或者这个物种的基因库从它的经历中学习”这句话究竟是什么意思。进化中的物种是不断变化的，当然在任何一代中，这个物种都是由在那个时代活着的个体所组成。很明显，这个集合随着物种个体生老病死、新旧交替而变化。变化本身不能说从这种经历中获得什么好处，但在种群基因的统计学分布中，能看到它们朝一些特定方向系统地移动——这就是“物种的经历”。比如当一次冰期缓缓而来，就会看到：越来越多的动物个体长出厚厚的御寒之毛。在任何一代中，那些碰巧拥有最厚毛皮的个体就会趋向于为传代做出超过公平分摊给它们的更多贡献，于是也就给下一代贡献了超常水平的生长毛皮的基因。整个群体中的基因集合（即很可能包含在一个典型的普通个体身上的基因们）就往毛皮基因越来越多的方向移动。同样的事情也在其他物种的基因中上演。随着世代的传承，一个物种的整套基因——基因库，就不断地被自然选择所雕刻、打磨、揉捏和塑造，从而更适合于制造优秀的个体。我就是在这个意义上说，一个物种是从自己的经历中学到了制造优良个体的艺术，并且在基因库中的某组基因里，以遗传密码的形式储存了自身的经历。地质时间是物种获得经验的时间尺度。这些信息中打包的经验既包括物种祖先生活时期的环境，又包括它们如何在其中生存下来。

一个物种就是一台求取平均值的电脑。它通过祖祖辈辈的世代传承，建立起对其“现生物种成员之祖先”曾经生活与繁衍之世界的统计学描述。这种描述是用DNA语言写成的，它不是位于某个单一个体的DNA之中，而是共同位于活着的繁殖种群的全部DNA（自私的合作者）之中。也许使用“读出”比用“描述”更能把它表达清楚。如果你发现了一个科学家尚未认识的动物新种，并请一位知识渊博的动物学家来研究和解剖它的所有细节，这位动物学家就可能“读”明白，然后告诉你——这只动物的祖先曾经生活在什么环境中，也许是沙漠、雨林、极地冻原、温带森林或是珊瑚礁中。动物学家还能够告诉你，通过分析它的牙齿与大肠，就能知道它吃什么样的食物。比如平坦的磨牙和长长的大肠、复杂的盲肠等，表明它是草食动物；而尖牙利齿和短而简单的肠子则表明它是肉食动物。从这只动物的足部、

眼睛和其他感觉器官，还可以了解它的运动方式以及它如何获取食物。而它毛皮上的条纹或光泽，头上的角、茸角或冠，都可以告诉你它的群体生活和性生活等信息。

但是，动物学还有很长的路要走。今天的动物学，在解读未知物种的时候，只能做到粗略地定性估计它的大概生境和生活习性。未来的动物学将利用电脑来处理他所审视之动物的许多解剖学特征、生物化学特性，以及测量数据。更重要的是，我们将来不会分别开展这些测量。我们将使用精进的数学方法把牙齿、内脏、胃的化学成分、社会色彩和武器、血液、骨骼、肌肉、韧带结合在一起，进行系统分析。我们应该综合各种手段来分析这些数据之间的交互。在综合分析了这只陌生动物的所有数据之后，电脑会制作出一个详细的、定量的世界模型，或者说多个世界的模型：它祖先生活过的世界的模型。在我看来，这等于说：这只动物或者任何动物，都是它自己的世界的一个模型或一种描述（或更精确地说，是关于其祖先的基因在其中被自然选择的那些世界的一个模型或一种描述）。

在少数例子中，一种动物的身体，的的确确就是对它生活的世界的画面表现。比如棍状昆虫生活在多树枝的环境中，它们的身体看起来就好像是一根树枝、一道叶痕或一株新芽等等。小鹿的毛皮就像是太阳光透过树梢，投到林地上的斑斑点点绘成的图画，桦尺蠖好像长在树皮上的青苔。但正像绘画艺术并不一定要拘泥于现实主义和写实手法一样，动物也可以用其他手法来渲染它们的世界：比如用印象主义或象征主义手法。画家在寻求生动地表达“迅疾飞行”的时候，几乎找不到比雨燕飞得更完美的形象。也许是因为我们对流线型具有直观的理解，也许是因为我们对后掠式现代喷气式飞机的美已经司空见惯，也许是因为我们知道了湍流物理学和雷诺数的一些知识，这些让我们可以说，雨燕的体形具体地表达了编码其祖先在飞行中克服空气黏滞度的体验。不管是事实什么情况，我们都看到海燕的体形是适合于高速飞行的，就好像手套适合于手掌手指。当雨燕这种敏捷的身影，对比它们落在地上的那种笨拙踉跄、挣扎着要起飞的样子，我们就会对它在空中的潇洒身影更加印象深刻。

鼹鼠的身体并非真的就是地下隧道的形状。或许，应该说它的体形是隧道的“负像”，适合在其中挤挤而行。它的前爪也不是真的像泥土，而是像一把铲子，基于经验和直觉，我们可以把鼹鼠的前爪看作和泥土在功能构成互补：铲子被强有力的肌肉给予动力以对抗泥土。还有一些更惊人的例子，动物本身或身体的一部分并不形象地模仿它们所生活的周围世界，但却非常适合其中的某些部分，就像手套适合于手指。一只寄居蟹卷曲的腹部是（它们祖先的基因曾生活过的）软体动物外壳的编码表示。或者说在寄居蟹的基因中包含着一个设计好的预言，让它的后代自己去寻找适合自己生活的世界。因为现代的蜗牛和峨螺一般来说和远古的形态基本一样，

寄居蟹们也就仍然能适入它们的贝壳、生存下来——预言应验了。

有一种小螨虫，专门精确地寄生在兵蚁中某一特有阶级之成员像钳子一样的上颚的某一位置。另一种螨虫则专门寄生在任何一种兵蚁的一对触角的第一个关节中。这两种螨类的体形都精确地适入它们的栖息地，就好像一把钥匙适合一把锁［雷坦梅耶（C.W.Rettenmeyer）教授告诉我，美中不足的是，还没有发现一种螨虫只适合在蚂蚁的左边触角中生活，而另一种则只适合在蚂蚁的右边触角中生活］。正如一把钥匙体现其所配套之锁的互补的（或曰其对立面的）信息——没有这种信息就无法开锁——螨虫也要体现它所寄生之动物的信息，比如它所寄生的昆虫触角节缝处的形状。［寄生虫这种“钥匙”往往精确地适合于它们宿主的那把“锁”，在这一点上远比食肉动物更精细，大概是因为食肉动物很少专门吃一种动物的缘故。著名生物学家米里亚姆·罗斯柴尔德（Miriam Rothschild）曾举出许多有趣例子，包括“专门寄生在河马眼皮下面，以其眼泪为食的一种虫子”。］

有时候，动物对环境的适应显而易见，以至于无论是从常识的角度，还是从训练有素的工程师的眼光来看，都非常明显。大家都知道为什么长脚蹼的动物会频繁入水（如鸭子、鸭嘴兽、青蛙、水獭等等）。如果你有任何疑问，不妨套上一副橡胶脚蹼，体验一下游泳时那种如蛙得水的畅快感觉。你甚至会希望自己天生就长着这样一副脚蹼——直到你离开水，穿着橡胶脚蹼在岸上开走，才会发现还是长着腿脚更好。我的朋友、环保主义者、非洲英雄、古人类学家理查德·利基（Richard Leakey）在一次轻型飞机失事中失去了双腿，他现在使用两对假肢：一对穿鞋，特别大，能够保持平衡并适合于走路；另一对安装着橡胶脚蹼，游泳时用。脚的形状适合某一种生存方式，但并不适合另一种生存方式。所谓鱼和熊掌不可兼得，很难设计出一种能同时适应两种不同生存方式的动物。

大家都知道，呼吸空气但又在水中生活的动物（水獭、海豹等等）为什么拥有能随意闭上的鼻孔。我们人类故伎重演，善假于物，游泳者往往借助于人造工具——戴上像晒衣夹一样装有弹簧的鼻夹。观察食蚁兽如何吃到洞里的蚂蚁或白蚁时，我们就立刻会明白——它们那细长的口鼻和黏性的舌头用途何在。不仅南美洲的食蚁兽是如此，与它不相关的非洲的穿山甲和土豚、稍微能扯上关系的袋食蚁兽，以及关系非常远的澳大拉西亚（Australasia）的针鼹都是如此。至于为什么所有以蚂蚁或白蚁为食的哺乳动物新陈代谢都比较慢（它们的体温也低于其他的哺乳动物），而且生物化学的反应速度也相应较低？这其中的原因到现在都还没有搞清楚。

我们未来的动物学家，为了重现其祖先生存的世界，并且描述它们的遗传情况，需要用系统性研究来替代我们现有的直观性常识。他们的工作程序可能是这样的：首先，列表归纳出虽然没有特别近的亲缘关系，但却在生存中共享一个重要方面的动物。比如在水中生活的哺乳动物就是个不错的

测试案例（test case）。我们看到，在互不相关的至少十几个例子中，发生了陆生哺乳动物完全或部分退回水中这种情况。我们知道，它们的这种回归是彼此完全独立的，因为它们的姊妹物种仍然生活在陆地上。比利牛斯鼬鼹是一种水栖的鼹鼠，和我们熟知的掘地鼹鼠是近亲。比利牛斯鼬鼹和鼹鼠都是食虫目的成员，这个目中独自进化选择到水里生活的动物还有水鼩——一种只生活在马达加斯加岛的水栖无尾猬，以及三种有亲缘关系的獭鼩。也就是说，仅在食虫目中，就有四种动物各自回到了水中。所有这四种动物和其生活在干燥陆地上的近缘种构成了更加紧密的姊妹关系，而同列表中的其他水生哺乳物种则差之远矣。我们必须把三种獭鼩只当作一个回到水中的单独物种，因为它们之间的关系相当密切，有可能来自一个较近的水生祖先。

现存的鲸类，大概至多展现了两个分别回到水中的物种：齿鲸（包括豚类）和须鲸。现生的儒艮和海牛是近亲，它们的共同祖先也生活在大海中，所以它们只代表了一个重返水中的物种。猪科大部分成员现在生活在陆地上，只有河马在一定程度上回到了水中。海狸和河水獭是另外两种祖先回到水里的动物，它们可以与仍然留在陆地上的近亲相比较，比如草原犬鼠同海狸相比较、獾与河水獭相比较。貂、黄鼠狼和白鼬是同一个属的成员（它们的关系就近如马、斑马和驴的关系），但貂是半水生的，而且有部分脚蹼。南美洲有一种水生有袋动物——蹼足负鼠，可以与仍然在陆地上生活的近亲负鼠直接相比较。在澳大利亚的卵生哺乳动物中，长着鸭式喙的鸭嘴兽主要生活在水中，而针鼹生活在陆地上。很多独自进化为水生的动物群和其待在岸上生活的近亲群可以构成一对又一对的对照，从而列出一篇壮观的“逐对对照名单”。

列出这些成对的生物之后，我们立刻就会注意到一些明显的现象：大部分在水中生活的动物都至少生有部分的长蹼脚；有的尾巴发展成桨的形状。这明显和食蚁兽那黏长的舌头是一样的发展思路。但是，正像前面所讲的食蚁兽类的新陈代谢率都比较低的情况一样，这些水生哺乳动物之间可能具有某些不明显的共同特性，与其陆地上的近亲区别开。那么，怎样才能发现它们之间的不同呢？——去做一个系统性的统计分析；大概是类似于这样的一件事。

让我们先浏览一下这些成对动物的名单，并对所有动物进行一番同样的全面测量。我们不抱有先入之见，而是测量所有能够想到的几十个项目，骨盆宽、眼半径、肠道长度等，所有项目大概都按其与整个身体尺寸的比例来度量，然后把所得数据输入电脑，让电脑计算出哪些项目应该被赋予更高的加权值，以便区分开水生哺乳动物与它们在陆地上的近亲。将所有项目的测定结果乘以它的加权因子，再将每一项的贡献求和，可以得到一个分数，我们称之为“差别数”。电脑可以调整我们设置的每一项目的加权

值，以便在最后求和的时候，最大化水生哺乳类与其陆地近亲之间的数值差别。其中，脚蹼这一指标也许会具有较高的加权值。如果你想凸显水生的哺乳动物与它们在陆地上的近亲之间的区别，电脑就会发现，只要增大脚蹼的加权因子，再求和计算“差别数”就能让我们得偿所愿。至于与潮湿环境无关的其他测试项目，则需要将它们乘以0，以消除它们对加权求和不相关的、且会产生混淆的影响。

在分析的最后，我们检视所有测量项目的加权值。凡是具有较高加权值的指标，如脚蹼这一指标，显然都是关系水中生活的。而我们最希望发现的，是那些不甚明显却十分重要的指标，比如生物化学方面的区别。一旦发现了这些方面的不同，我们就可以绞尽脑汁地继续探讨它们与生活在不同环境（如水中和陆上）有什么关系。这就可能为将来的研究提出假说。即使这样做并没有发现什么，采用了某种生存方式的动物和其未采用这种生存方式的近亲这两者之间的有统计学意义的指标区别，也很可能会告诉我们关于这种生存方式的重要信息。

我们可以对基因做同样的测量。我们不要先入为主地假设这些基因是干什么的，而是系统地搜寻不同种类的水生动物之间相似的、但未见于其陆地近亲的基因。如果发现了在统计学上有重要意义的任何结果，即使我们还不明白这些基因究竟起什么作用，我也会说，我们所看到的，可能就是遗传基因对水生世界的描述。重复一遍：自然选择就好像一台求取平均值的计算机一样运转，它做的工作和我们在人造的电脑中进行的编程运算并没有太大的不同。

常常有些物种，一生中先后奉行完全不同的若干种生活方式。比如毛虫化茧成蝶前后，属于同一个物种，但动物学家对这两种生存方式的重建却是完全不同的。毛虫和蝴蝶具有完全相同的基因，而且这些基因必须记述两种生活环境，但是要分别记述。在毛虫阶段，应该开启许多吃植物和成长的基因；而到了成体阶段，则开启一套大不相同的进行繁殖和吃花蜜的基因。

大多数物种的雄性和雌性个体，至少在某些方面过着稍微有些不同的生活。琵琶鱼则把这种雌雄生活习性的差别推向了极致，雄性琵琶鱼把自己附加在雌鱼巨大的身体上，好像一小块寄生瘤。在大多数物种（包括我们人类）中，雄性和雌性都具有成为任何一种性别的个体所需的大多数基因，区别在于被激发的是什么基因。比如我们人类不管是什么性别，都具有编码阴茎发育和子宫发育的基因。［使用“性别”（sex）这个词在这里是正确的。顺便说一句，“性”（sex）与“性”（gender）并不一样，后者是一个语法术语，应用于单词，而非生物，指某些语言的单词的性。比如在德语中，女孩一词的性（gender）是中性，但她的性别（sex）是女。美国印第安人的语言典型地具有两种性：有生命性和无生命性。而在一些语言

族群当中，偶然也有两个“性”一致的现象。有一个很好的笑话：受政治启发，一些委婉说法常用表示词性的“性”（gender）来掩盖话语中生理上的“性”（sex）——这是一小片儿西方帝国主义言辞。］未来生物学家在解读一只雄体动物或一只雌体动物时，将获得一幅关于这一物种之祖先世界的不完整的画面。在另一方面，这个物种的任何一个成员的基因，将几乎能够重现一幅该物种曾经体验过的一系列生活方式的完整画面。

从逝者的遗传之书的角度来看，寄生的杜鹃是一种让人着迷的怪鸟。众所周知，杜鹃是被与其不同物种的“养父母”鸟类养大的。寄生杜鹃从来不养育自己的子女，而它们给自己子女选择的养父养母也不限于同一种鸟类。比如在英国，有些杜鹃是被草地鹨抚养长大的，有些是被芦苇莺抚养大的，少数是被旅鸫（知更鸟）抚养大的，还有一部分被其他种的鸟抚养大，但最常见的还是被林岩鹨（篱雀）抚养大。剑桥大学教授尼古拉斯·戴维斯（Nicholas Davies）是研究林岩鹨的最杰出的专家，也是《林岩鹨的行为与社会进化》（*Dunnock Behaviour and Social Evolution*，1992）一书的作者，至今仍是研究杜鹃行为习性的权威人士。所以我的论述主要立足于戴维斯及其同事迈克尔·布鲁克（Michael Brooke）的著作，他们特别详细地探索了杜鹃在祖先世界的生活中积累的“经验”。除了特别说明的之外，我指的都是英国最常见的大杜鹃（*Cuculus canorus*）。

虽然会有10%左右的差错，但雌杜鹃通常能够把蛋下在同一种鸟的窝里，和它的母亲、姥姥等做得一样好。也许是因为年轻雌杜鹃比较熟悉养育自己的鸟窝的特点，所以它下蛋的时候，也总是能找到同样的窝。于是，就雌杜鹃而言，就有了篱雀杜鹃、芦苇莺杜鹃、旅鸫杜鹃等不同的类别命名，它们都从自己的母系继承了这些属性。但它们并不是独立的物种，甚至不是通常意义上独立的种族。它们被称为“氏族”。氏族不是真正分类学意义上的种族或物种，原因之一是所有的雄杜鹃并不属于哪一个氏族。因为雄杜鹃不下蛋，所以也不需要去寻找孵蛋的窝。雄杜鹃成年以后，它只管挑选雌杜鹃交配，而不管这只雌杜鹃属于哪个氏族，也不管养育它自己和其配偶雌杜鹃的养父母各自是什么鸟。由此可以推测，杜鹃的基因是在各个氏族之间流动的，雄杜鹃把基因从一个氏族带到另一个氏族。雌鸟的所有母系雌性祖先都属于同一个氏族，但是它父系的雌性祖先，包括祖母、曾祖母及一直往上追溯的曾曾曾祖母，则可能属于任何一个氏族。

从基因“经历”的角度来看，这样的结果非常有趣。回忆一下，在鸟类中，只有雌鸟有不均等的性染色体X和Y，而雄鸟则有两个X染色体。想一想，对于Y染色体上基因所携带的祖先的经历而言，这意味着什么？由于这些经历只沿着母系一直往下传，从来不会偏离到雄鸟经历的路径中去，杜鹃的Y染色体就等于完全被固定在了某一个氏族之中。也就是说，它或者是一个篱雀杜鹃的Y染色体，或者是一个旅鸫杜鹃或其他某种杜鹃的Y染色

体。杜鹃养父母的“经历”每一代都相同。从这一点来看，Y染色体上的基因与其他所有的基因都不一样，因为其他基因都在雄鸟的体内经历了相当的时间，并且自由地在雌鸟的各个氏族中穿梭流动，它们的经验与它们流动的频率相称。

在我们说基因是对祖先环境的“描述”这种语言中，大多数杜鹃基因的功能，就是去描述其寄居巢穴所具有的完整的系列特征，而Y染色体将独特地只描述一种寄养家庭的巢和一种养父母物种。这就是说，Y染色体上的基因，将以一种其他杜鹃基因所不可能采用的方式进化出一种独特的谋略，以便生存在特定的某一种养父母的鸟巢中。怎样的一种谋略呢？那就是：杜鹃的蛋，至少在某种趋向上模仿了它们养父母所下的蛋。比如杜鹃鸟产在草地鹨窝里的蛋，看起来就像大个儿的草地鹨的蛋；产在芦苇莺窝里的蛋，看起来就好像是一颗“个头大一点儿的芦苇莺的蛋”；而产在白鹡鸰窝中的蛋，则类似白鹡鸰的蛋。看来是这些特点令杜鹃蛋受益，于是它们才不会被养父母拒绝。那么，请从基因的角度想一想，这又意味着什么呢？

如果决定鸟蛋颜色的基因没有位于Y染色体上，而是位于任何其他染色体上，它们就可能通过雄鸟再进入属于各不同氏族的雌鸟体内。这意味着决定鸟蛋颜色的基因将被带到杜鹃所被寄养的各种鸟的巢中，这样就泯灭了必须模仿某一种鸟蛋的选择压力。在这种情况下，杜鹃的蛋就很难模仿其中任何一种养父母所下的蛋，而只能模仿很多种蛋的通常特征。于是，虽然还没有直接的证据，但我们有理由推测，模仿某一种鸟蛋的基因就存在于杜鹃的Y染色体内。雌杜鹃会把这个基因一代又一代地传到所有它们所寄养的鸟巢中去。它们祖先的“经历”全然是要顺着配合（也就是骗过）同一种养父母的挑剔性眼光，这种挑剔性眼光将施展选择压力，导致杜鹃鸟所下的蛋无论颜色还是斑点式样，都酷似它们的养父母所下的蛋。

但有一个引人注目的例外：杜鹃产在林岩鹨巢中的蛋，就看起来就不像林岩鹨的蛋。同杜鹃产在芦苇莺或草地鹨鸟巢中的蛋相比，它们的变化不大（因此并不具有逼真的伪装）；它们的颜色是独特的林岩鹨杜鹃氏族的颜色，颇不同于其他氏族的蛋，但也不像林岩鹨的蛋。这是为什么呢？一种看法认为，林岩鹨的蛋通体呈淡蓝色，模仿难度大于芦苇莺或草地鹨的蛋。难道是杜鹃恰好缺乏制造这种淡蓝色蛋的生理条件吗？我总是怀疑这种黔驴技穷的理论，而在本案中，又有证据反驳这个理论——在芬兰，有一个杜鹃氏族寄养在红尾鸲窝里，这种鸟的蛋也是淡蓝色的。这些和我们英国的杜鹃属于同一物种的芬兰杜鹃，漂亮地成功模仿了红尾鸲的蛋。由此可见，英国的杜鹃不能模仿林岩鹨的蛋，并不足以推论“它们在遗传上没有能力生出无斑点的蓝色鸟蛋”。

戴维斯和布鲁克认为，真正的原因在于：杜鹃与林岩鹨之间的关系，形成

于相对晚近的时代。杜鹃在进化过程中与其他养父母鸟类都早已打过交道，进行过“军备对抗”，正所谓“不打不相识”；但它们“入侵”林岩鹨王国，则是最近才发生的事情。所以，林岩鹨还没来得及进化出反制的武器，同时，杜鹃也没有时间进化到能够产下“类似林岩鹨之蛋”的程度，不过它们也的确没有必要产下这种高仿的蛋，因为傻傻的林岩鹨还远远没有进化出能够区别自己的蛋和其他鸟蛋的习性。用本章的说法，林岩鹨的基因库和杜鹃的基因库（或者说就是林岩鹨杜鹃氏族的Y染色体）都没有进化出足够的对付对方的经验，来发展出反制的武器。林岩鹨杜鹃到现在所擅长的，也许仍然是靠机智胜过另一个不同的寄养物种——其母系祖先转而在林岩鹨巢里生蛋寄养之后，所抛弃了的某个旧日的寄养物种。

按照这种视角，草地鹨、芦苇莺和杂色鹡鸰也都是它们对应的各支杜鹃氏族的宿敌，并且双方在进化过程中，整军经武，由来已久。这些养父母发展出识别鱼目混珠之蛋的敏锐眼光，而杜鹃也相应地巧妙伪装了自己的蛋。旅鸫是一种中间情况。因为杜鹃下在它们窝里的蛋只是略像旅鸫的蛋，而并不很像。杜鹃和旅鸫之间的军备对抗，可能仅仅始于中古时代。从这个角度看，旅鸫杜鹃在Y染色体中积累了一些经历，但它们对最近的旅鸫祖先环境的描述仍然相当粗糙，并且尚未肃清早先“经历过的”模仿其他物种所产生的“污染”。戴维斯和布鲁克进行了这样的实验：他们故意把各种鸟蛋放到另外一些鸟的巢里的蛋中间，想看一看哪些鸟儿会接受这些陌生的蛋，哪些鸟儿会拒绝。他们的假设是，凡是曾经对抗杜鹃的鸟类，由于积累了一定的“经验”，肯定会拒绝这些来历不明的蛋。检验这一点的一个办法就是：看一看那些完全不适合“收养杜鹃”的鸟类会做什么反应。杜鹃雏鸟必须吃昆虫或蠕虫，因此，完全不适合收养杜鹃的鸟类就可以高枕无忧，这样的鸟类有两种：以植物种子喂养雏鸟的鸟类，或者于洞穴中筑巢，让雌杜鹃根本钻不进去的鸟类。戴维斯和布鲁克预测，如果他们在实验中往这些鸟巢里放入陌生的鸟蛋，将不会导致这些鸟的忧心焦虑。实验结果果然证实了这一点。而一些适合于杜鹃寄卵的鸟，如苍头燕雀、歌鸫和乌鸫等，则都对戴维斯他们放进来的实验用鸟蛋表现出强烈的排斥趋势。鹟类的育雏伙食比较合乎杜鹃的口味，因此可能易受杜鹃的侵害。这其中，杂色鹟的窝筑在洞穴中，雌杜鹃根本钻不进去，所以当实验者把杜鹃蛋放到杂色鹟们的窝中时，它们的基因库因为“缺少经验”，果然对陌生鸟蛋毫不在意。而斑点鹟的鸟巢是开放的，杜鹃可以接近，它们对陌生鸟蛋的反应则恰恰相反——发现了不同的蛋时，它们立即将这些蛋推出巢去，这表明在很久以前，斑点鹟的基因库就已经知道了杜鹃入侵的危险。

戴维斯和布鲁克对杜鹃实际寄居的物种做了类似的实验。结果发现，草地鹨、芦苇莺和杂色鹡鸰通常都排斥人工的假杜鹃蛋。林岩鹨和鹪鹩则对窝里的陌生蛋通通接受、来者不拒，这正符合它们“缺乏祖传经验”的假设；而旅鸫与莎草莺的反应则居于中间状态。在另外一个极端，芦鹀的巢虽然

适合于杜鹃下蛋，但很少被杜鹃寄居，它们的反应是完全拒绝外来的蛋，难怪杜鹃不会寄居它们。戴维斯和布鲁克的解释是：芦鹀和杜鹃的祖先发生过长时间的军备对抗，芦鹀最终胜出；林岩鹨与杜鹃的军备竞赛接近于刚刚起步，而旅鸫在竞赛中的时间稍微长一些；其他如草地鹨、芦苇莺和杂色鹡鸰等，和杜鹃的对抗正处在酣战之中。当我们说林岩鹨与杜鹃的军备竞赛才刚刚开始，我们头脑中必须记住：这是进化时间尺度的“刚刚”。如果用我们人类自己的时间标准来衡量，它们之间的相互关系已经相当久远。《牛津英语辞典》（*Oxford English Dictionary*）引用了1616年的一则文献，说Heisugge（古英语中表示篱雀或林岩鹨的词）是“一种为杜鹃孵蛋的鸟”。戴维斯注意到，莎士比亚1616年之前所作的《李尔王》（*King Lear*）第四幕中有这样几行诗：

你看，老叔，

那篱雀养大了杜鹃鸟，

自己的头也被它吃掉。

14世纪的英国诗人乔叟（G.Chaucer）在《百鸟议会》（*The Parliament of Fowls*）中，也描写过杜鹃如何对待林岩鹨：

你，站在枝头的杜鹃养母，

费力养大别人的孩子，

自己还不知老来之苦。

林岩鹨、篱雀等在辞典中被列为同义词，我不禁去想，我们究竟能在多大程度上信赖中世纪的鸟类分类法？乔叟本人使用的语言通常相当精确，但中世纪所称的篱雀，也曾用于指称今天的小棕鸟（Little Brown Bird，LBB）。在莎士比亚的《亨利四世》第一部第五场中出现的篱雀，可能也是指小棕鸟：

我们喂养了您，您却这样对待我们，

就像那凶恶的杜鹃雏鸟

对待抚养它的麻雀

您霸占了我们的巢；

被我们哺养得如此硕大

甚至于我们虽然心怀慈爱

亦不敢靠近您的视野

深恐被您一口吞噬

小雀在今天可能指的是家麻雀（*Passer domeoticus*），它们从来不会被杜鹃寄生。林岩鹨（*Prunella medularis*）虽然又名篱雀，但实际上与此无关；它只在不精确的意义上作为一种小型棕色鸟而被称为“雀”。不过，无论如何，即使我们把乔叟的描述看作最迟在14世纪，杜鹃与林岩鹨之间就已经开始军备对抗的证据，但是戴维斯和布鲁克通过理论上的计算，又考虑到杜鹃数量相对较少，提出：从进化角度讲，它们的交锋时间仍然相当短促，这可以解释林岩鹨面对杜鹃寄巢表现出来的天真无邪。

在我们结束杜鹃话题之前，还要说一个有趣的想法。可能同时有不只一个氏族，比如就林岩鹨杜鹃来说，几个氏族都可以生出模仿林岩鹨的蛋。但就Y染色体而言，因为在各个氏族之间没有基因的交流，就可能出现高仿的假林岩鹨蛋和低仿的假林岩鹨蛋并存的现象。这些氏族的雌杜鹃可能会与同一种雄杜鹃进行交配，但它们不会有同样的Y染色体。那些能产下高仿林岩鹨蛋的杜鹃的Y染色体，可能起源于很早以前就寄生于林岩鹨窝中的雌鸟身上，而模仿得比较拙劣的Y染色体，则可能是在较晚近的时代，由寄生在另一种鸟窝中的雌鸟所引入的。

蚂蚁、白蚁和其他社会性昆虫，以另一种方式凸显出独特性：它们中有不能生育的工蚁，而且常常分成几个“等级”——兵蚁、中等身材的工蚁和矮小身材的工蚁。不管是哪一个等级的蚂蚁，都具有可以发育成其他等级蚂蚁的基因，而不同的喂养条件可以激活不同的基因组合。于是，蚂蚁社会利用对幼蚁的不同养育条件来进行等级调控，以保持一种有益的平衡状态。我们看到的各个等级之间的差别，常常是引人注目的。在一种亚洲蚂蚁——全异巨首蚁（*Pheidologeton diversus*）的群体当中，大工蚁等级的工蚁（职责是为其他蚂蚁铺路开道）比小工蚁等级的工蚁（负责各种日常工作）重500倍。但所有蚂蚁幼虫的基因都是同样的，它们到底是会长成“巨人”，还是长成小家伙，关键是看被激发的是哪一套基因。还有一种蜜蚁，本身就是一个不动的储蜜罐——它们腹部装满花蜜，成为透明的黄

色球体挂在蚁巢的顶壁上。普通工蚁完成诸如防卫、寻找食物以及喂养挂在顶壁上的“活的储蜜罐”等一切日常工作。普通工蚁的腹部并不膨胀，但它们同样具有变成“储蜜罐”的基因。同样，储蜜罐蚁也具有变成一般工蚁的基因。就像雌雄之别的情况一样，它们身体形态的可见区别也取决于被激活的是哪一些基因。在本例中，造成区别的原因取决于环境因素，可能是不同的食物。又一次地，未来的动物学家可以从基因（而不是从身体）上解读出一个蚁群中不同等级之间的完全不同的生活习性。

欧洲蜗牛（*Cepaea Nemoralis*）有很多种颜色和体形。根据外壳的背景颜色可以是棕色、深粉色、淡粉色、极淡粉色、深黄色和淡黄色这六种中的任何一种（在遗传学意义上，按照显性的强度排列）。在这些不同的底色上面，往往还有从无条纹到有五道条纹的区别。和社会性昆虫的情况不同，每一只独立的蜗牛在基因上并不具备变成其他形状的能力。它们之间的区别也不是来自成长的环境因素。条纹的数量取决于蜗牛本身的基因，比如深粉色蜗牛就携带着能长成这种颜色的基因。但所有这些蜗牛之间，都可以进行交配繁殖。

英国动物学家凯恩（A.J.Cain）和已故的谢帕德（P.M.Sheppard）之学派，深入、彻底地研究了形成这么多不同形态（多态现象）蜗牛的原因和遗传学细节问题。其进化解释的一大主要部分就是：这些蜗牛分布在相当广泛的生活环境——森林、草地、裸地等，所以在不同的地方必须有不同的拟态伪装，来防止不同鸟类的袭击。比如生活在山毛榉林中的蜗牛混有草地蜗牛的基因——因为双方会在交界边缘地带发生交配。石灰岩质丘陵地带的蜗牛混有一些原先生活在森林中的祖先的基因；它们所携带的遗产，再依靠蜗牛的其他基因，可以表现为条纹。未来的动物学家需要把蜗牛的基因库作为一个整体进行研究，才能全面重建蜗牛祖先所经历的各种世界的面貌。

正如欧洲蜗牛生长在多种不同的环境中一样，任何物种的祖先都曾经屡次改变自己的生活方式。今天的家鼠（*Mus Musculus*）几乎毫无例外地生活在人类居所之中或周围，是人类农业不受欢迎的“受益者”。但从进化的角度看，家鼠这种生活方式是非常新近的，在人类农业诞生之前，它们必然另有食物来源。无疑，它们以前的食物颇像人类农业开发出来的丰富食源，以至于其遗传技巧可以转型用于取食人类的粮食。家鼠和田鼠都被认为是“动物杂草”（这样说碰巧构成一幕非常有启发性的诗意形象）。它们是杂食动物和机会主义者。它们身上带有祖先的基因，包括农业时代以前的基因，这些祖先基因曾帮助它们的祖先适应各种相当不同的生活环境。所以，任何想“解读”家鼠基因的人，都可能发现一部描述它们祖先生活环境的令人困惑的“重写本”。

甚至从更早的时候开始，所有哺乳动物的DNA就必然已经在描述它们远古生活环境以及晚近生活环境的方方面面。比如骆驼的DNA曾经生存在海洋中，但是骆驼离开海洋已经至少有3亿年。骆驼所度过的最近地质时代主要是在沙漠之中，它们的身体结构因此进化得能抵御风沙和储备水分。就如同沙漠中风蚀雕刻出来的造型奇特的砂石峭壁或海浪雕刻过的岩石，远古沙漠和更古海洋中的生活经历雕琢出了骆驼的DNA，最终产生了现代的骆驼。它的DNA（如果我们能理解它的语言）讲述了骆驼祖先世界的变化。同样，如果我们能理解基因的语言，金枪鱼和海星的DNA就会写着"海洋"，而鼹鼠与蚯蚓的则应该写着"地下"的字样。当然，所有DNA都还可以解读出许多其他事情。比如从鲨鱼和猎豹的DNA中可以读出"捕猎"以及其他有关海洋和陆地的信息；从猿猴和猎豹的DNA中可以读出"乳汁"；从猿猴和树懒的DNA中可以读出"树木"；从鲸类和儒艮的DNA中可以读出远古的海洋、远古的陆地，以及比较近的海洋。这又是一部复杂、反复的"重写本"。

相比于罕见的或琐碎的环境因素，经常发生的或重要的环境因素会在遗传描述中得到重点强调，或者说它们会占很高的"权重"。一般认为，晚近环境的影响所占权重会大于远古环境的影响，虽然差异并不明显。同时，在一个物种的进化史中，长时间延续的环境因素对遗传描述产生的影响，会明显大于那些在地质时间上一闪而过的环境因素的影响，不管后者当时看起来是多么猛烈。

有这样一种诗意的表达：所有陆地生物都曾在远古海洋度过"学徒期"，这反映在它们血液的生物化学中，血液被说成像"一汪咸腥的原始海洋"；或者说爬行动物蛋中的液体被描绘成它们的一处私家池塘，是其两栖类远祖的幼体曾经生活过的实际池塘的遗留痕迹。祖先的古代历史要在动物及其基因中留下永久的烙印，必须有充分的功能方面的理由，而不会仅仅是"为历史而历史"。我讲这些话，意思是：当我们的远祖仍然生活在水中的时候，它们的很多生物化学和新陈代谢过程都为适应海洋的化学特性做出了调整，而我们的基因，因为要履行功能的原因，也就成了对海洋化学的描述。而且（根据"自私的合作者"的理念）生物化学过程的运转，不仅仅需要适应外部世界，也要求不同过程的相互适应，这个世界既包括身体中的其他分子，也包括它们所共同参与的化学过程。因此，当远古海洋生物的后裔们登上陆地，并逐渐越来越适应充满空气的干燥世界，原有的生物化学过程之间的相互适应就持续传承下来，并且顺带传承下了对海洋化学的"记忆"。它们岂能摆脱这一宿命？要知道，登陆动物之细胞和血液中存在的不同种类的分子，可是大大超过了它们在外部世界所接触到的不同种类的分子。

基因只是在非常间接的意义上，构成了对古环境的一种描述。当它们被翻

译成与之平行的蛋白质分子语言之后，它们所直接描绘的是个体胚胎发育的指令。物种基因库作为一个整体，被打磨、雕琢，从而适应其祖先曾经生活过的环境。因此我才说，物种就是一种求取统计平均值的装置。正是在这种间接的意义上，我们的DNA才构成了描述我们祖先生存之世界的密码。这难道不是一种令人叹为观止的思想？我们本身就是记录着上新世非洲（甚至泥盆纪海洋中）所发生过事件的数码档案库，我们本身就是从远古一路走来的移动的智慧宝库（图书馆）。你能够花整整一生的时间来阅读这一座古代图书馆的藏书，格物致知明其妙，虽至死其尤不厌。

第十一章 重织世界

> 自从我开始接受教育，老师就不断地向我描述各种东西的颜色和声音，她对其中的意义有敏锐的感觉和细致的感情。因此，我习惯于把事物想象为有色彩的和有声音的。习惯是一部分原因，心灵的感觉是另一部分原因。由五种感官支撑的大脑主张着自己的权利，亦负责着剩下的事物。总而言之，世界的统一性指出，不论我是否能够认识到其中色彩，色彩都在其中。我通过讨论而参与其中，而不是被阻挡在这个世界之外，当我亲近的人们凝视着落日和彩虹的美丽颜色，我也为他们的快乐而快乐。
>
> ——海伦·凯勒（Hellen Keller），《我们的人生故事》，1902年

物种的基因库被雕琢成为祖先世界的一套模型，而一个动物个体的大脑，则安置着有关这个动物自身世界的一套类似的模型。两者都相当于对过去的描述，并且都用于帮助它们在未来的生存，两者之间的区别是：1.时间尺度的长短；2.个体私有性方面的差别。遗传学描绘的是一种属于整个物种的集体记忆，可以追溯到无限久远的过去；而大脑的记忆是个体私有的，包含了这个个体自诞生以来的经历。

我们对一处熟悉地方的主观认识，的的确确让我们感觉“这像是关于这处地方的一个模型”。它并不是一个比例精确的模型，当然达不到我们认为它所达到的精度，但它仍然是一个可以满足我们要求的、有用的模型。几年前，剑桥大学生理学家赫拉斯·巴洛（Horace Barlow）提出了一种观点，有助于我们理解以上的思想。巧的是，他还是查尔斯·达尔文的直系后裔。巴洛对视觉特别感兴趣，而其论证的出发点是：意识到——我们视若平常的“用眼睛毫不费力地辨识出一件物体”这种能力，事实上解决了一个非常难的问题。

我们在醒着的每一秒钟，都看到并辨识出一件件的物体，但我们全然不觉这是一种多么了不起的智慧！我们的感觉器官的任务是解析轰击它们的物理刺激，这可以很容易地和“大脑重组一套关于外部世界的可用的内在模型”进行比较。这一描述适用于我们所有的感觉系统，但因为视觉对我们的意义最为重大，所以我将以视觉为例展开论述。

请思考：大脑在辨认一件物品时（如辨认字母A或某个人的脸），它需要解决什么问题。根据长久以来的圈内习惯，假设我们说的这张脸是著名神经生物学家莱特文（J.Lettvin）祖母的面孔，当然，你也可以把它替换成

你知道的其他人的面孔，或你能辨认的任何其他物体。我们这里关注的不是主观意识，或者说识别莱特文祖母的面孔意味着什么这种艰难的哲学问题。设想当且仅当祖母的面孔出现在视网膜上时，大脑中才会有一个细胞“开火”——这是一个不错的思考开端，但是这样的安排会很困难。而如果我们能假定这张面孔总是落在视网膜上的某个特定位置，那么事情会好办一些。那里可能有一个类似锁孔的安排，视网膜上反映“祖母外貌”的细胞群连接大脑中接收“祖母信号”的传导细胞。其他的细胞（“非锁孔”细胞）则以抑制的方式相互联系，否则中枢神经细胞会对一张白纸（或任何其他可以想得到的图像）做出和祖母面孔同样强烈的反应。识别关键图像的实质，就是避免响应任何其他图像。

可是，这种“锁孔策略”被一个天文数字断然否定了。退一步来讲，即使假设莱特文只需认出他的祖母，而无须关心其他事物，可是如果祖母的面孔落在视网膜的其他地方，莱特文的大脑要如何应对呢？又比如说，祖母往前或往后，往左或往右走动时，以及微笑或皱眉时，她的形象和视觉上的大小总会有一些变化，那么，大脑又将如何处理？如果我们计算一下所有锁孔和反锁孔的可能组合，就变成了一个天文数字。而莱特文不仅能认出他祖母的面孔，还能认出几百张甚至更多人的面孔，还有他祖母和其他人的其他方面的特征、字母表上所有的字母，以及平常人都能马上说出名字的几千种东西，而不管它们的方位或尺寸如何变化——当你意识到这些事实，激发这种锁孔策略所需的细胞群大爆发很快就失控了。美国心理学家弗雷德·阿特尼夫（Fred Attneave）曾提出过和巴洛相同的观点，并且做出了以下戏剧性的计算和表达：如果只有一个脑细胞以锁孔模式处理一个形象并在任何情况下分辨出它的各种形状，那么为了应对这个现实世界，我们大脑的容量将不得不用立方光年来度量。

那么，我们是如何使用只有区区一千多毫升（立方厘米）的大脑，做到了这么多事情呢？1950年代，巴洛和阿特尼夫分别独立得出了答案。他们认为，神经系统利用了所有感官信息中大量的冗余。“冗余”是信息论界的“行话”，这一概念的最初发明人和开发者是关心电话线容量之经济效率的工程师们。从技术意义上来讲，信息就是代表惊奇程度的值，可用预期概率的倒数来衡量。而冗余则是信息的反义词，是那些没有新奇之处的、习以为常的东西。冗余部分传递过来的消息或消息碎片并不提供信息，因为接收者在某种意义上讲，已经知道了将要传递过来的是什么。比如，没有一家报纸会在头版头条刊登“今天早上太阳升起来了”——这等于什么都没说。但如果有一天早上，太阳没有升起，那么那些头条新闻的笔杆子们（如果还有喘气的）就大有文章可做了。信息的含量可能很高，这可以用消息的“惊人性”来衡量。大多数口语和书面语都是冗余的——因此才可能总结出高度凝练的电报文体：去除冗余，保留信息。

我们对大脑以外的万物的了解，都是通过神经细胞得到的；神经细胞的脉冲就像机关枪连射一样“喋喋不休”。神经元上传递的脉冲就是一组连发的脉冲，它们的电压是不变的（或者至少是互不相干的），但它们的传输神经纤维的传导速率却发生着有意义的变化。让我们先思考一下编码的原理。比如说，要把双簧管的声音或淋浴的温度这些外界信息翻译成脉冲密码，你会怎么做？我们首先能想到的是简单的频率编码：水温越高，机关枪发射的频率就越快。在这种情况下，也就是说，大脑中就好像有一个用脉冲频率标定好的温度计。然而，这并不是一种优秀的编码方式，因为用这种脉冲来传送信息很不经济。根据“去除冗余”的思路，有可能设计一种利用少量脉冲传达等量信息的编码方式。因为实际上，物体温度总能在一定时间内保持不变，所以用连续的高频率像机关枪一样不断发射“热、热、热还是热……”这种信号，就未免太浪费了。更好的办法则是——向大脑报告“突然变热了”（然后你可以认为，在新的通知到来之前，神经系统将维持现状）。

令人满意的是，神经细胞通常正是这样工作的。不仅仅传递温度信号的时候是这样，关于这个世界的所有事情的信号也几乎都是这样传送给大脑的。大多数神经细胞都偏爱变化的信号。如果一支小号吹奏一个很长且没有变化的音符，那么一个典型的神经细胞就会用如下的脉冲形式禀报大脑：小号吹奏之前，发送低频脉冲；吹奏开始的那一刻，发送高频脉冲；吹奏的音符保持不变时，“机关枪”的发射频率逐渐变慢至不连续的轻微脉冲；吹奏停止时，又发出高频脉冲，然后再次逐渐变弱为静息状态。或者，有一组神经细胞只是在声音开始时工作，而另外一组在声音消失时工作。神经细胞中持续进行类似的删除冗余（屏蔽掉世界上的雷同之处），最后告诉大脑的信息就是：光的变化、声音的变化、压力的变化，等等。世界上所有事物都表达为“变化”，这样就相当地经济、节省了。

但是，我们似乎并没有听到小号声的逐渐消失。对我们来说，似乎小号一直是在以同样的音量吹奏，然后突然就停止了。没错，当然是这样。这正是你所应该期望的，这种编码系统相当精巧，它并不抛弃信息，只是抛弃了冗余。大脑得知的只是事物的变化，大脑的作用是重建其他部分。虽然巴洛自己没有这么说，但我们可以认为，大脑利用神经来自耳朵的信息，构建了一个虚拟的声音。尽管为了经济起见，神经细胞传送过来的只是有关变化的信号，但重建的虚拟声音是完整无缺的。这个系统之所以能够正常地工作，是因为在特定时间内，外部世界的状态通常不会在一两秒内有多大的变化。只有当外部世界的变化太反复无常、非常随机和频繁的时候，“感觉器官不间断地向大脑传送外部世界的状态信号”才可能是经济节约的。事实上，感觉器官生下来就是为了经济节约地向大脑传送外部世界的状态信号，而大脑亦正确地假定世界的变化不是波云诡谲和随意乱来的，于是才可能利用收到的有限信息来重建一个恢复了连续性的、内在的

虚拟现实。

这个世界在空间上也表现出一种类似的冗余，而神经系统亦采用了相应的妙招加以应对。感觉器官将边界情况报告给大脑，大脑则来填充和重建那些乏味的细节。假设你在看白色背景上的一个黑色矩形，整个图像都投射到你的视网膜上——我们可以把视网膜看作上面布满了感光细胞（视杆细胞和视锥细胞）的一块屏幕。在理论上，每个感光细胞都可以把投在它上面的光线的情况如实地禀报大脑。但如果是这样，我们所看到的图像的冗余度将非常之高。记录黑色的细胞周围，极有可能都是其他记录黑色的细胞；记录白色的细胞周围，也几乎都是其他记录白色信号的细胞。重要的例外，是位于黑白交界线上的那些细胞。交界线上处于白色一边的细胞，传达白色的信号；它们处于白区的邻居也同样传达白色信号。但是，它们另一边的邻居细胞则位于黑区。理论上来说，只需反映边界情况的视网膜细胞们发出信号，大脑就可以重建整个画面。如果能够实现这一点，就可以大大节省脉冲的发送。这又是：删除冗余部分，只传送信息。

优雅的是，实际上是通过一种所说的“侧面抑制”机制达成了这种节约。运用我们关于感光细胞屏幕的类比，可简述这种机制如下：感光屏幕上的每一个感光细胞，都有一根长导线联通电脑主机（大脑），同时还有一根根短导线连接相邻的感光细胞。这些和邻居们的短线连接抑制了这些邻居，即降低了它们的发射频率。于是我们可以看到，发射频率最高的细胞，只能是那些沿边缘分布的细胞（因为它们只受到一侧的抑制）。这种“侧面抑制”机制，普遍存在于低等脊椎动物和无脊椎动物的视网膜中。

所以，我们又一次可以说：大脑所建立的一个虚拟世界，完整性要高于感觉器官传达给它的图像。感官提供给大脑的信息，大部分是关于边缘的信息，但是大脑中的模型能够重建其他部分。这就和时间上不连贯的情况一样——只有通过删除冗余，再在大脑中进行重建，才能达成一种节约。这种节约之所以有可能实现，也正是因为世界上很多斑块是均匀存在的。如果阴影和色彩是乱七八糟地胡乱散布的，就不可能经济地重现物体形象。

还有一种冗余来源于现实世界当中，许多线条都是直线段，或者是可以预知的圆滑曲线（可以用数学方法重建的曲线）。如果确定了一条线段的两端，大脑就可以用一把简单的“尺子”把中间的部分弥补完整。在哺乳动物大脑的神经细胞中，有一种神经元被称为“线性探测器”。只要按某一方向排列的直线落在视网膜上的一个特定位置，这种探测器就向大脑中所谓的“视网膜区域”发送脉冲信号。每个线性探测器都有自己偏爱的直线排列方向。在猫的大脑中，只有两种偏爱的方向——水平向和垂直向，而且偏爱这两个方向的细胞数量大致相等；但是在猴子的大脑中，偏爱的方向多了一些角度。如果从冗余的道理来看，可以做如下的理解：在视网膜中，沿一直线的所有细胞都发射脉冲，则大部分脉冲是冗余的。那么，神经系

统如何实现节约呢？答案是：神经系统只动用了其中的一颗细胞来记录这条直线，标识它的角度。根据直线的位置和方向，或者是它的两个端点，就可以很经济地确定一条直线段，而非根据整条线上的每一点的光度来确定。大脑据此重织了一条虚拟的线，线上的点是重建（脑补）出来的。

然而，如果一幅图像的某个部分突然脱离其他部分，开始在背景上移动，这对神经系统而言就是新情况了，应该马上禀报大脑。生物学家已经发现，有一些神经细胞平常处于静息状态，只有当静止的背景上有东西移动时，它们才开始活动。而在整幅图像都在运动时，这些细胞则不做应答——这对应的是动物自身在运动时，所看到的外观上的运动。但是，静止的背景中一个很小的物体发生运动，这也富含信息，有调谐好的神经细胞来探测它。最著名的例子，是莱特文及其同事们在青蛙身上发现的所谓“飞虫探测器”。飞虫探测器这种神经细胞“除静止背景中移动的小物体之外，什么都看不见”。当一只飞虫映入覆盖着飞虫探测器的视网膜，飞虫探测器就会立刻发出强烈的信号，于是青蛙很可能马上伸出舌头，吞掉这只飞虫。对于一套足够精致的神经系统而言，只要飞虫走的是一条直线，甚至它的移动情况都是冗余。如果已经有“侦察兵”告诉你，一只飞虫正平稳地朝北面爬行，在接到新的报告之前，你就仍然可以认为它在朝那个方向爬。把这个逻辑再向前推进一步，我们应该期望在大脑中发现更高层次的、对于运动中的变化（如方向或速度的改变）非常敏感的探测器细胞。莱特文及其研究小组发现了一种似乎具备这一功能的细胞——也是在青蛙身上。他们在论文《感官交流》（*Sensory Communication*，1961年）中，描述了如下一次特别的实验：

> 让我们一开始在青蛙的视野中布置一个灰色的空半球，这时无论是打开还是关上照明，神经细胞通常都没有反应。我们又拿来一个黑色物体，直径在1到2度，在它运动到青蛙视野的（几乎任意的）某一个位置时，青蛙的神经细胞突然“注意”到了这个物体。此后，无论黑色物体移动到哪里，神经细胞总会跟踪着它。小黑点每一次发生移动（即使非常轻微的跳动），神经细胞都会爆发一组脉冲，然后慢慢衰减为较弱的咕哝，但只要物体还看得见，这种微弱的咕哝就会持续下去。如果小黑点在持续运动中突然转弯或掉头向后跑，脉冲信号就会体现出这种运动的不连贯，而这些爆发所处的背景是连续的微弱咕哝（告诉我们神经细胞可见到这一物体）……

总结上述：在逐步提高的各层次上，神经系统的设置，好像只对意料之外的运动做出强烈反应；而对意料之中的事情则只做出微弱的反应，或根本不做反应。在越来越高的各层次上，所定义的预期的事件会变得越来越复杂：在最低层次，每一个光点都是新的“信息”；往上走一层，只有边缘位

置上的点才是信息；再上一层，因为很多边缘都是直线，所以只有端点们才是信息；继续往高层次走，只有运动才是信息，然后继续走——只有运动中速度和方向的变化，才成为信息。用巴洛在密码理论中使用的术语来说：神经系统使用简短、经济的词汇，来传送那些频繁发生的、可以预期的信息；而使用长的、复杂的词汇，传送那些较少发生的或意料之外的信息。这有点像语言中，说话时最常使用的单词是辞典里最短的单词（被概括为“基普弗定律”［Zipf's Law］）。把这个观点推向一种极端，则大脑在大多数时间内并不需要被告诉任何信息，因为天下太平无事，报告这些信息纯属多余。大脑本身被一层层的信息过滤器保护着，层层去除冗余信息的干扰。

由此断定，神经过滤器构建了一种对常态事物的描述总结，一种动物世界的统计学特征。我们在前一章讲过，一个物种的基因，构成了对其祖先进行自然选择的一代代世界的统计学描述，大脑的神经过滤器正是我们的这种洞见在神经系统的等价物。我们看到，大脑用来处理外部环境的感觉编码单元也构成了对这一环境的统计学描述。它们的设置是：忽视平常事情，而强调罕见事变。因此，未来的动物学家们将能够通过检查某一种未知动物的神经系统以及测量其统计学偏好，而重建那种动物所生存之世界的统计学特征，并且辨识出在那个世界中，什么是平常事情、什么是罕见事变。

这种推断会是间接的，就如同基因的情况一样。我们不能以阅读某一部“直接描述”的方式来解读动物的世界，我们只能通过检查其大脑中对周围世界的缩略词表来推测动物生活的世界。公务员们都喜欢如CAP（农业共同政策）和HEFCE（英国高等教育基金委员会）之类的首字母缩写词，新任公务员也确实需要这种缩略词的解释手册——“密码本”。如果你在街上捡到这样一本手册，只需要翻阅一下被简缩的是哪些词汇，就可以推知这本手册大概来自哪个政府部委，因为想必只有那个部委才会经常使用这些缩略词汇。缩略词手册并不是关于这个世界的具体信息，但它确实构成它所意图描述之世界的一部统计性概要——之所以编制这一“密码本”，正是为了经济地描述这一世界。

我们可以认为，每一颗大脑都是“一只装满基本形象的储藏柜”，用于有效地模仿这种动物之世界的重要的、共同的特征。虽然我跟随巴洛，强调过充实这些储藏柜的手段是学习，但作用于基因的自然选择也没有理由不为充实这一储藏柜做出贡献。于是，根据上一章的逻辑，我们应该说：大脑储藏柜中也包含着来自该物种往昔祖先的形象。这可以称为一种“集体无意识”——如果这个措辞还没有被联想所玷污的话。

但是，“大脑储藏柜”中基本形象的偏倚，将不仅仅反映世界中统计上难以预料的事物。自然选择将确保在虚拟表现的“曲目”中，完备地装备着特定

动物或其祖先的生活中突出和重要的形象，即便这些形象并不特别常见。一种动物在一生中可能只需要对一个复杂的模式做一次识别（比如识别同种的雌性个体），但这一次识别必须确保正确无误和及时有效，这对它非常重要。对人类而言，面部特别重要，在我们世界中也最为常见。群居的猴子也是如此。人们发现，猴子大脑中有一类特殊的细胞，它们只有在面对一张完整的面孔时才会做出强烈反应。我们已经知道，一些大脑特定部位受伤的人，会体验到一种非常奇怪的、很有启发的选择性盲视——他们不能辨认面孔，虽然他们能看到任何其他事物，表面上很正常，而且他们能看到一张面孔有形状和各种特征。他们可以正确地描述那鼻子、眼睛和嘴巴，但他们却认不出那是谁的脸，即使是他们在世界上最心爱的人的脸。

我们正常人不仅能识别面孔，而且似乎还有一种几乎过分的渴望，想看到某些面孔——而不管那里是不是真的存在一张脸。在天花板湿痕、高山轮廓、火星岩石上和云彩中，我们都能看到这类面孔。盯月族们，世世代代被怂恿利用那些最没有希望的素材——想象着用月球表面环形山的形象，虚构出某一张面孔。1998年1月15日的伦敦《每日快讯》（*Daily Express*）用几乎整整一版（加上头版头条）刊登了一则故事：一位爱尔兰清洁女工在她的抹布上看到了耶稣的脸，“现在，无数朝圣者涌向她的小屋……女工所在教区的牧师说：‘我当了34年牧师，还从来没见过这样的事。’”从报纸上刊登的照片来看，布上呈现了一团闪亮肮脏的图案，多少有点儿像什么人的面孔。有一处像是鼻子，其某一侧隐约显现出一只眼睛，在另外一侧有一条斜斜的眉毛，让它看起来像前首相哈罗德·麦克米伦（Harold Macmillan）。我想，如果头脑中有先入为主的印象，那么即使哈罗德·麦克米伦看起来也会像耶稣。《每日快讯》还让我们想起一些类似的故事，包括纳什维尔城的一家咖啡厅供应一种面包，有人觉得很像特蕾莎修女的面孔，这使得人们极为兴奋，直到“年迈的修女写信给那家咖啡馆，请求停止烤制那种面包”。

大脑渴望去构建出一张脸，只要得到一点点的鼓励、怂恿，它就能建立起一个显著的幻象。让我们来做一个实验：拿一张普通的面具，比如克林顿总统的面具（或任何其他卖给化装舞会的面具），把它竖直放在一处光线充足的地方，然后从远处进行观察。如果我们从通常的角度进行观察，毫无疑问，这个面具的形象看起来是立体的。但是，现在把面具扭转180度，使它凹面朝向你，再从远处盯着它的凹面看，大多数人都能立即看到那个幻象。如果你看不出来，试着调节一下灯光，另外闭上一只眼睛也会有所帮助，但这并非必须。幻象是：面具的凹面看上去像是突出的了，其鼻子、眉毛和嘴巴，似乎都朝你的方向凸出来了，看上去比其耳朵离你更近。如果你左右移动或者上下移动，这时的情况甚至会更加惊人。这个看似突出的脸在以奇怪的、几乎魔幻的方式，随你的视线而动。

我这里谈的并不是“当你在屋里走动，墙上的逼真肖像的眼睛似乎总在跟着你动”这种平常体验。面具凹面幻象的怪异程度要远甚于这种体验。它似乎很明显地悬停在空中。那张脸也的的确确好像是在旋转。我的房间里就挂着一个爱因斯坦的面具，凹面朝外，令许多得见的客人肃然起敬。如果你把面具放置在一张缓慢旋转的桌子上，就可以看到最惊人的演示效果。当凸出的正面朝向你的时候，你觉得它以合理的、“正常真实”的方式在转动。但当凹面转过来，就开始发生奇异的事情：你看到了另外一个立体的面孔，但它是朝相反的方向转动的。因为一张脸（比如真的正面的那张脸）是按顺时针方向旋转的，而另一张脸（假正面的那张脸）看起来就好像在按逆时针方向旋转。转入你的视野的那张脸，似乎在侵吞背对你转过去的那张脸。当面具继续旋转时，你看到的看起来是凸面但实际上是凹面的那张脸朝相反的方向缓慢地转了一会儿，直到真正的凸面出现并吞掉虚像的脸。整个过程中的错觉让人非常不习惯，而且不管你继续看多久，你都无法习惯。你无法习惯，但又无法消除这种错觉。

发生了什么？我们可以分两步来回答这个问题。首先，我们为什么会把凹面看成凸面？其次，为什么这张脸看起来会朝相反的方向转动？我们已经知道，大脑非常善于（而且非常热衷于）在其内部的模拟系统中构建人脸。眼睛供给大脑的信息当然兼容面具是凹面的，但恰好也兼容“它是凸面的”这个替代的假设。而大脑在其模拟系统中选择了第二个选项，这很可能是大脑出于对“看到面孔”的渴望。于是，大脑否定了眼睛传送来“这是凹面”的信息，而听信了“这是一张脸、一张脸、一张脸……”这种信号。脸总是立体的，于是大脑就从它的储藏柜里取出一个脸的形象，而脸总是立体的。

可是，构建出一张看似确实的脸的形象之后，当面具开始旋转，大脑就遇到了一个矛盾。为了简化说明，请允许我假定那张面具是奥里弗·克伦威尔的形象，而从面具的两面都可以看到他那著名的肉疣。当面具的反面对着观察者时，鼻子显然是凹的，我们的眼睛可以看到鼻子的右面有一个明显的肉疣。但头脑中构建出来的虚拟鼻子明显地是指向观察者，而非其反方向；而肉疣（从克伦威尔的视角来看）是位于克伦威尔脸部的左侧，好像我们看到了克伦威尔在镜子中的形象。随着面具的旋转，如果面孔确实是立体的，我们的眼睛将越来越多地看到它能期望看到越来越多的那一面，而越来越少地看到它能期望的越来越少的那一面。但因为面具实际上是凹的，于是就发生了相反的事情。视网膜上形象的相对面积所发生的改变，会让大脑期待面孔是立体的，但在朝着相反的方向转动。这就是我们所看到的幻象。当一个面被另一个面取代时，大脑需要解决这个不可避免的矛盾，鉴于大脑固执地坚持面具是一个立体的面孔，唯一可能的办法就是：大脑模拟出了一张脸吞没另一张脸的虚拟模型。

有一种罕见的大脑功能紊乱能破坏我们辨认面孔的能力，称为面容失认症，病因一般是大脑特定部位受伤。这个事实支持了大脑中“面孔储藏柜”的重要性。虽然还有很多地方不清楚，但我敢打赌，面容失认症患者看不到面具的幻象。弗兰西斯·克里克（Francis Crick）在《惊人的假说》（*The Astonishing Hypothesis*，1994年）一书中，讨论过面容失认症和其他有启发性的临床病征。比如，一位患者发现下面这样“非常可怕的情形”，而据克里克的研究，这样的现象并不奇怪：

> ……患者在完全没有察觉到任何移动的情况下，发现刚才在一个地方看到的物体，突然出现在了另外一个地方。特别让她害怕的是：当她想过马路时，一辆刚才看起来还很远的汽车突然间就出现在了她的眼前……这位患者所体验的世界，其实很像我们在迪斯科舞厅那不停闪烁的灯光下看到的情景。

这位女患者的大脑中有一只“储藏柜”，里面充满了装配她的虚拟世界所需的各种形象，我们大家所具有的一样。那些形象本身也许都是完好的，但她的“软件”出了问题，失去了部分功能，无法配置这些形象、重建一个平稳变化的虚拟世界。还有一些患者则丧失了构建虚拟深度的能力，所以他们看到的世界是平面化的，好像用硬纸板剪出来的一样。还有一些患者只有从某一熟悉的角度才能辨认出某些物体，而我们大多数人只要曾经从侧面看到过一只炖锅，就可以毫不费力地从正面认出它来。这些患者也许是丧失了调整（及旋转）某些虚拟形象的能力。虚拟现实技术给予了我们一门思考这些技巧的“语言”，这将是我的下一个话题。

我不想唠叨当今虚拟现实技术的细节。像电脑世界中的一切东西一样，这一技术的发展变化非常迅速，因此，任何详尽描述都将很快过时，但是，这种技术其实是这样的：你需要戴上一只特制的头盔，这时两只眼睛前面都有一个微型屏幕，两个屏幕上的景象几乎是一样的，但并列在一起以便呈现出三维的立体幻景。场景可以是任何已经编入电脑程序的东西，比如希腊的帕特农神庙，完整无缺，有其原本的美丽色彩；也可以是火星上的地景，或者极度放大的细胞内部等。至此，我还好像只是在描述一部3D电影，但不同之处在于：虚拟现实机器提供的是交互性的信息通道，不光呈现场景，而且对你的行动做出应答。头盔通过导线记录（可能会影响你的观察角度的）你头部的所有转动和身体其他部位的运动情况。电脑不断地接收你的运动信息，并通过编好的程序（这才是巧妙的部分）来变换你双眼看到的景象，让你移步换景，好像真的在移动头脑看到真实情景。当你转头的时候，帕特农神庙的柱子就转过去了，然后你看到了刚才位于你“身后”的一尊雕像。

更先进的虚拟现实系统可能需要你穿上一件紧身衣，用紧绷的测量仪器来记录你四肢的活动。这样电脑就可以知道你的坐、立、行、走，或挥动手臂。现在，你可以从帕特农神庙的一头走到另一头，而电脑与你保持同步，让你看到自己经过一根根柱子。但你跨步的时候要悠着点，因为你并不是真的置身于帕特农神庙，而是身处一间凌乱的电脑机房。目前的虚拟现实系统用一个复杂的导线吸盘来束缚你的行动，而我们可以畅想将来使用互不纠缠的无线电连接，或使用互不干扰的红外线光束。那时，你就可以更自由地行走在一个空荡的真实世界中，去探索这个为你编好程序的奇异的虚拟世界。由于电脑知道你那带有传感服的各条系带的位置，所以它完全可以把你表现为一个完整的虚拟身体的形象——一个阿凡达化身，可以让你看到你的阿凡达化身的腿，它可以迥异于你实际的腿。你也可以看到你的阿凡达化身的手在仿效你自己的手的动作，你甚至可以用这双手捡起一个虚拟的物体——比如一口希腊古瓮。当你“拿起”这口古瓮的时候，它就好像真的从地面上升起来了。

海内存知己，天涯若比邻。如果还有另外一个人（他可以远隔重洋）穿戴了一套和你同样的装置，连接到同一台电脑上，在理论上你就可以看到他的阿凡达化身，甚至同他握手——虽然在今天的技术阶段你会觉得这就像鬼魅互相穿透彼此。技术专家和程序员仍在不断地努力，以创造具有质感的幻象和真实的阻力“感觉”。我曾访问英国最先进的虚拟现实公司，他们告诉我，很多人来信要求研发一款虚拟性伙伴。也许在将来，远隔重洋的情侣可以通过互联网相互温存，虽然需要穿戴手套、头盔和紧身服，系上松紧带和压力垫，这会让他们感到有些不方便。

现在，让我们离开各种梦想，谈一谈虚拟现实技术的接近实际的应用。目前医生非常依赖巧妙的内窥镜，这是一种能通过口或直肠进入患者体内的复杂的管状器械，被外科医生用于诊断病情甚至实施手术介入。医生们可以使用类似牵线控制木偶的方法，操纵一根长管进入患者肠子的弯曲部分。管子的头上有一台微型摄像机和一只照明灯来照亮路程。内窥镜前端还可以再装备一些外科医生能遥控的器械，比如微型手术刀和微型手术钳等。

在传统内窥镜中，外科医生通过一面普通的屏幕来观察自己的行动，用自己的手指来实施遥控手术。但正如众多人士（而不只是“虚拟现实”一词的发明者加伦·拉尼尔［Jaron Lanier］）都已认识到的一样，原则上，我们可以为外科医生设计出一种缩小身体、钻入患者体内的幻觉。这种理念仍然处在研究阶段，所以我要幻想一下这项技术在21世纪将如何运作——未来的外科医生没有必要去消毒、换衣，因为他们不需要近距离接触患者。医生可以站在一处宽敞的地方，通过无线电连接深入患者体内的内窥镜。通过内窥镜顶端的传感装置，医生双眼之前的微型屏幕将实时播放扩大的

立体图像，逼真地反映患者体内的情况。当医生把头往左边移动，电脑就会自动把内窥镜的顶端转向左边，患者体内的镜头方向会忠实地随着医生头部三维空间的变化而变化。医生还可以向前走动，以使内窥镜进入患者体内深处。为了不伤害患者，电脑将慢慢地、慢慢地向前推进内窥镜，其方向始终被在另一房间走动的外科医生所控制。对医生而言，自己就像是在患者体内走动，却不会感到幽闭的恐慌。像现在的内窥镜技术操作一样，人们在患者的肠子里小心翼翼地注入空气，这样肠壁就不会压迫医生，否则医生就只能“爬行”，而不是站直走动了。

当医生发现了要寻找的病灶（如一颗恶性肿瘤），她就从虚拟的工具袋中选择某一种器械。也许最方便的做法是把这种器械构建为电锯，于是电脑中生成一把电锯的形象。通过头盔上的立体屏幕，医生可以观察到肿瘤放大的三维图像，并用掌握在虚拟双手中的虚拟电锯开始干活——锯除肿瘤，就像锯除花园里的一个树桩。而在患者体内，电锯所对应的其实是一束非常精细的激光束。当医生举起电锯进行手术时，就好像使用了一架按比例缩小的绘图仪，她整个手臂较大幅度的动作，被电脑按比例缩小，投射为内窥镜顶端激光枪微小、精确的动作。

为了我的论证目的，我只需要说：虚拟现实技术在理论上可以创造出在患者内脏中走动的视觉效果。我不知道这种想法是否真的有助于外科医生的工作，但我本人认为会有所帮助，尽管我现在咨询过的一位医学顾问认为“还不能肯定”，他把自己和其他胃肠病医生称为“超级管道清理工”。水管工人们有时需要用大型“内窥镜”技术来探测管道，在美国，工人们还把“机器猪”送入堵塞的下水道去“吃掉”其中的堵塞物。很显然，我为外科医生设想的工作方法也适用于水管清理工——他们可以戴上虚拟的有灯的矿工头盔，下到虚拟的水管中“行走”（或“游泳”），并用虚拟铁镐清理管道中的堵塞物。

我举的第一个例子——帕特农神庙，只存在于电脑之中。电脑还可以让你见识可爱的天使、残忍贪婪的鸟身女妖和长翅膀的独角兽。而在另一方面，我设想的使用内窥镜的医生或管道清理工所行走的世界，是一个被约束的、反映真实世界（患者或管道内部）部分图景的虚拟世界。立体屏幕呈现给外科医生的虚拟图像是由电脑构建的，但其构建遵从了特定的规则。医生操纵的是一支真正的激光枪，虽然它被表现为一把电锯，这是因为屏幕显示的肿瘤的大小和医生本人的身材相仿，使用虚拟电锯切割肿瘤，会让医生感觉是在使用一个很自然的工具在干活儿。电脑模拟构建的图像形状反映出患者体内真实情况的细节，最便利医生开展手术。这种“被约束的虚拟现实”正是本章的中枢性话题。我认为，具有神经系统的每一个物种，都用它为自己制作了其自身的具体世界的一个模型，并且被来自感觉器官的不断更新所约束。这种模式的性质，可能取决于当事物种

要如何去使用它，去作用于（至少是我们所想的）这个世界的性质本身。

请思考：一只海鸥从海岸峭壁向下滑翔，这时在发生什么事？海鸥此时可能并不扇动翅膀，但这并不意味着它翅膀上的肌肉闲着没干事。实际上，海鸥的翅膀和尾部肌肉在不时地微调飞行状态，敏锐地感知周围每一个涡流、每一个微小气流的变化，并根据变化随时调整自身各飞行翼面的角度。如果我们能够把控制这些神经系统的信号随时输入电脑，电脑在理论上就可以重建海鸥滑翔中气流变化的所有细节。我们假设海鸥设计精巧，能够停留在高空，基于这个假设，电脑就可以构建出一个它身体周围气流变化的连续更新的模型。这会是一个动态模型，就好像天气预报中全球天气系统的模型一样，它需要根据气象测量船、气象卫星和地面站提供的最新情况不断进行修正，这样才能依靠推算预测天气的变化。天气预报模型可以告诉我们明天的天气；而海鸥的空气流动模型在理论上也可以告诉海鸥“为了在下一个瞬间继续滑翔，它的翅膀和尾部肌肉应该提前做出怎样的调整”。

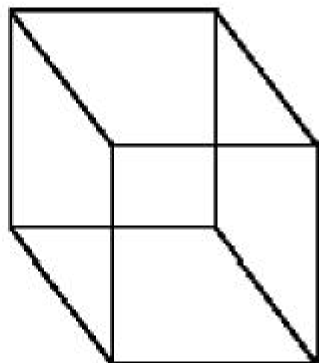
当然，我们现在要讲的是：虽然还没有人类程序员构建出一种计算机模型，来建议海鸥如何在变化的气流中调整自己的翅膀和尾部肌肉，但在海鸥和其他飞翔鸟类的大脑中肯定存在这样的模型，而且在它们的飞行中持续地发挥着作用。每一条游鱼、每一匹奔马、每一只进行回声测距的蝙蝠的大脑中，也同样存在由基因和以往经验预先编制好的类似模型，并且因每一瞬间从感觉器官输入的新数据而不断地进行着更新。

天才发明家保罗·麦克科雷迪（Paul MacCready）最著名的发明是超经济的人力飞机“秃鹰号”、“信天翁号”和太阳能飞机“阳光挑战者号”。1985年，他又模仿白垩纪的“风神翼龙”制作了一架相当于其一半大小的飞行器。这个巨大的仿翼龙飞行器，翼展大概相当于轻型飞机，但几乎没有尾巴，所以它在空中极不稳定。约翰·梅纳德·史密斯在成为动物学家之前，曾经系统地学习航空工程，他指出麦克科雷迪的飞行器在机动性上体现出优势，但需要对其各飞行翼面进行精确的实时控制。如果没有一台高速电脑来不断地调整平衡，人造“风神翼龙”就会立刻坠毁。真正的风神翼龙头部可能确实生有相当于一台电脑的器官。早期的翼龙是有尾的，在某些例子中，其尾部类似于一只乒乓球拍，这会赋予它极大的稳定性，代价是损害其机动性。看来，在后来几乎无尾的翼龙如“风神翼龙”的演化中发生了一个转变，即从注重稳定性而非机动性，发展为注重机动性而非稳定性。在人造飞行器的发展历程中，可以看到同样的趋势。在这两种情况下，实现这种趋势的不二法门，都是提高计算能力。如同从海鸥的案例所看到的，翼龙飞翔的时候，装在其头颅中的“机载电脑”，也必然运行一种关于其本身与周围气流变化之间的仿真模型。

你和我——我们人类、我们“哺乳动物”，更进一步讲，我们这些动物，也

生活在一个虚拟的世界中，构成这个世界的是有助于在越来越高的各种层次表现真实世界的各种要素。当然，我们感到很踏实地安居于一个真实的世界——如果我们本身的虚拟现实软件还算优秀的话，我们正应该有这种感觉。这一款软件的确是极好的，以至于我们平常对它无知无觉；我们唯一能够感觉到它的存在的时候，就是在它出现问题的极少数情况下。当发生这种情况时，我们就会体验到幻象或错觉，就像我们前面谈到的凹凸面具的幻象一样。

英国心理学家理查德·格雷戈里特别关注了这种视觉幻象，将其作为一种研究大脑如何工作的方法。他在《眼睛和大脑》（*Eye and Brain*，1998年第五版）一书中，把观察视为一个积极主动的过程，在这个过程中，大脑建立了对外部事件的假设，然后对照感觉器官传递来的数据检验这些假设。视觉幻象最有名的例子之一是内克幻方（Necker Cube）。内克幻方是由简单线条画成的中空立方体，好像用钢筋搭成的一只空架子。其图形是用墨水画在纸上的二维图形，可是一个正常人却会把它看成一个立方体，这是因为大脑根据纸上画的二维图形，自己构架了一个三维立体的模型。实际上，这正是每一次你观察一幅图像的时候大脑所做的工作。用墨水画在纸上的平面图形同等地兼容两种三维的脑中模型——只要你凝视这幅图画几秒钟，你就似乎看到它变了！原先看到的离你最近的那一面好像变成了离你最远的那一面。继续盯着看的话，它又会变换回原来的立体图形——两种三维模型就这样交替呈现。似乎可以把大脑设计得只武断地坚持一种模型——比如两种立方体中碰巧被它首先看出来的那一种，尽管另一种也匹配视网膜上的信息。但实际上，大脑做了另外一种选择，即兼收并采两种模型（或假设），每隔几秒钟就交替转换一次，因此才有了幻方外观上的交替变换，这才能让这种游戏大行其道。我们的大脑构建了一个三维模型。这是我们头脑中的虚拟现实。



当我们在看一只真正的木箱时，我们的模拟软件还得到了额外的信息，这使得它能够在两个模型中做出明确的选择。于是，我们只以一种方式看到一只确定的木箱，而不会产生交替的幻象。但这并不会泯灭我们从内克幻方中所悟得之知识的真实性。每当我们注视着一个物体，我们对它的实际感受都是大脑调用其内部各种既存之模型的结果。就像前面所讲的虚拟的帕特农神庙一样，大脑中的模型是被构建出来的。但是，它不同于帕特农神庙的情况（可能也不同于我们梦中见到的景象），而是更像为外科医生构建的患者体内的模型：它不是完全虚构的，而是要受外界摄入之信息的约束。

立体视法原理，利用左眼和右眼看到的两个形象之间的细微差异，传递了一个更强烈的、非常立体感的错觉。人们利用这一原理，制造了虚拟现实头盔——头盔中有两个微型屏幕，可以让人看到立体的图景。关于这其中的奥秘，我们可以做如下实验：举起你的右手并将拇指对着自己，保持离脸部约30厘米的距离，然后两只眼睛观察远方的一个景物，比如一棵树。你会看到两只手，分别对应你的两只眼睛看到的图像。通过先闭上一只眼，再闭另外一只，你可以立刻分辨出两只眼睛各自看到的是哪一个手的图像。这两只手的位置稍微有些不同，因为你的两只眼睛是从不同的角度聚过去进行观看的，落在两个视网膜上的形象也相应地有位置上的差异，这很能说明问题。两只眼睛所看到的这只手的形象也略有不同：左眼看到较多的手心，右眼看到较多的手背。

现在，不要再看远方的那棵树，而是看你的手，同样是睁大两只眼睛。这时，你看到的就不再是前面有两只手、背景上有一棵树，而是看到一只立体的手和两棵树！然而这只手的形象仍然是落在两个眼睛视网膜的不同位置上。这其中的道理是：你大脑中的模拟软件构建了一个单一的手的模型——一个三维模型，这个单一的三维模型综合了两只眼睛各自得到的信息，大脑精妙地把两个来源的信息综合为一体，就推出了一个有用的三维立体的手的模型。顺便说一句，视网膜上所有的形象当然的确都是颠倒的，但这没什么关系，因为大脑采用了最匹配其目的的方式来制作仿真模型，并将这种模型定义为“正确的方向”、“正的”。

大脑将两幅二维图形构建成一个三维模型的计算原理具有惊人的复杂性，有可能是最惊人之错觉的基础。这可以追溯到匈牙利心理学家贝拉·朱里斯（Bela Julesz）在1959年的发现。普通立体视镜对左右两只眼睛都提供同样的图像，但拍摄自略有差异的角度。大脑将两幅图像合二为一，就看到了一个完美的三维图像。朱里斯所做的实验与此相似，只不过构成其图像的是随意乱撒的胡椒与食盐。两只眼睛看到的都是同一个凌乱的图案，但却有一个关键性的差别。在典型的朱里斯实验中，图案的某一区域，比如一个正方形中，构成图案的胡椒与食盐粒都被挪移到了一侧的合适位置，

一个导致形成立体幻象的合适距离。大脑感知到了这个幻象——一个正方形板块凸显出来了，虽然在两眼看到的图案中都没有一点点正方形的痕迹。这个正方形只是来自这两个图案的差异，但看起来非常真实，而它实际上只存在于大脑之中。朱里斯效应就是今天非常流行的“魔眼”幻象的基础。斯蒂芬·平克在《大脑如何思维》（*How the Mind Works*，1998年）一书中用一小段文字解释了构成这些幻象的基本原理，十分精彩、十分艺术。我就不班门弄斧、另起炉灶了，直接把他的解释照抄如下：

> 通过一种简单方法，可以表明“大脑的运行就像一台复杂的虚拟现实电脑”。首先，转动你的眼睛来看周围的东西。当你转动眼睛时，视网膜上的形象就好像是你遇到地震那样在动，但你并没有感到大地的震动。对你来说，你所看到的一切都坚如磐石、稳如泰山。当然，我想说的是，你大脑中的虚拟模型，构建得就是要保持稳定不变的。但这个实验还能演示更多的东西，因为还有一种方法可以使你视网膜上的形象发生移动——通过轻轻地压你的眼睑捅你的眼球，视网膜上的形象就会和前面的情况一样移动。事实上，如果配以手指的技巧，你就可以模拟“移动你凝视的目光”的视觉效果。但现在你真的会认为自己看到了大地的移动，整个场景都在移动，好像你在目睹一场地震。

这两种情况有什么区别呢？在构建世界的电脑模型时，大脑计算机已经考虑了正常的眼球运动，估计了这种运动的影响，并为此留出了余地。看来，大脑中的模型不仅使用了眼睛提供的信息，还使用了来自让眼睛运动的指令的信息。一旦大脑发出一个指令让眼睛肌肉去移动眼球，这条命令也就同时抄送给了大脑中构建世界的内部模型的那一部分。当眼球运动时，大脑的虚拟现实软件得到提醒，预测出视网膜上形象的适量移动，从而修正内在的模型。这样，构建出来的外部世界模型看起来就是静止不动的了——即使观看的角度可能已经发生了变化。如果地面在模型未被告知要去期待发生运动的任何时刻发生了运动，虚拟模型就会相应地发生运动——这是极好的，实际的情况也许是真的发生了地震，除非你是在用戳眼球的方法来欺骗这个系统。

最后一个实验，是用自己来做实验——在原地不断转圈，把自己转晕，然后站住不动，固定地看一个地方。这时，你的感觉是所有的东西仍然在转动，尽管你的理智告诉你，外面的景象一点都没有动。你视网膜上的形象也没有动，但你耳朵里面的加速度显示仪（它通过测量半规管中液体的流动来感知个体的加速度）却告诉大脑你在转圈。于是大脑发出指令，让虚拟现实软件去预期和感知世界的旋转。而当视网膜上的形象并没有旋转时，模型就登记了这个模型与现实世界的差异，然后使自己朝相反的方向转动。用一种比较形象的说法，就好像虚拟现实软件在对自己说：“根据

耳朵告诉我的信息，我知道我是在转动；所以，为了保持模型固定不动，相对于从眼睛传送过来的数据，有必要使模型朝相反的方向转动。”但是，视网膜实际上未报告转动，所以大脑对模型的补偿转动就成了你的眼睛看到的“世界在旋转”。用巴洛的话来说，这就是意外的事情，这就是“新闻”，这就是为什么我们会看到世界在旋转。

鸟类还有一个人类很少遇到的问题：枝头的鸟儿会不停地上下前后晃动，它的视网膜上的形象本应该相应地像跷跷板一样摇动，就好像一直生活在地震中。但是，鸟儿通过勤奋地利用颈部肌肉保持头部稳定，使得视野中的景象保持不动。如果你拍摄一部电影，表现鸟雀依枝、被风吹动，你就几乎可以想象鸟儿的头部好像是被钉在了背景上一样，它脖子上的肌肉把头作为一个支轴，来转动身体的其他部分。鸟儿在地面行走时，用同样的技巧来确保它看到的世界是静止的。这就是为什么我们看到鸡在走路的时候，总是把头向前、向后探来探去，看起来非常滑稽。实际上这样做是很聪明的。当鸡把身体移向前方，脖子就控制头部向后缩，于是视网膜上的形象保持稳定，然后头再朝前伸，整个动作不断重复。我有时会忍不住思忖——由于鸟儿古怪的运动方式（它们脖子上的肌肉会自动地进行调整、抵消），它们是不是永远看不到一次真正的地震？我们可以很认真地说，鸟儿用脖子上的肌肉进行巴洛式运动，保持没有报道价值的背景始终不变，于是真正的运动将脱颖而出。

昆虫和许多其他动物，看来也有类似的保持自己视觉世界稳定的习性。有人做过这样一种所谓“视动装置”的实验：把一只昆虫放到桌子上，扣上一个内侧画有垂直线条的圆筒。如果你现在转动圆筒，昆虫就会在里面爬动，跟上圆筒的转动。它在努力使自己的视觉世界保持不动。

通常，昆虫在运动中也会告诉它自己的模拟软件去预期下一步的运动，否则它就会开始为自己的行动进行补偿，然后，它会怎么样呢？这个想法启发了两位德国天才——埃里奇·冯·霍尔斯特（Erich von Holst）与霍斯特·米托斯塔德（Horst Mittelstaedt）设计了一项完全巧夺天工的实验。如果你见过苍蝇怎样用它的前腿洗脸的话，就会明白苍蝇能轻而易举地把头完全扭转过来。霍尔斯特与米托斯塔德成功地用胶水把一只苍蝇的头固定在了扭转的位置。你可能已经猜到了结果：在通常情况下，当苍蝇转动身体，它头脑中的模型就被告知：要做与视觉世界相对应的运动。可是现在情况不同了，这只倒霉的脖子被拧了180度的苍蝇，每往前走一步就得到一个信息——这个世界被移动到了另外一个方向（与它所预期的正好相反的方向）。于是它继续在同一个方向（但它认为是反的方向）朝前面伸腿，以期获得补偿，于是使得外界的视位置移动得更远了！结果这只苍蝇就像陀螺一样拼命地转个不停，速度越转越快——当然局限在其体力限制之中。

同样是埃里奇·冯·霍尔斯特指出，如果我们转动眼睛的自动指令失效了，比如在眼睛的肌肉被麻醉了不能动的情况下，我们也会面临同样的困惑。在正常情况下，如果大脑指示眼睛朝右边看，视网膜上的形象就会发送一个向左移动的信号。为了做出补偿以便保持外观的稳定性，大脑中的模型就要向右移。而如果眼睛的肌肉被麻醉了，大脑中的模型仍会朝右移动，以期和（实际上并未发生的）视网膜的移动保持一致。我们让霍尔斯特现身说法来讲这个故事，他在论文《动物和人的行为生理学》（1973年）中写道：

> 果然就是如此！多年以来，我们从眼睛肌肉麻痹症患者那里知道，而且又经过科恩马勒（Kornmuller）在自己身上的实验证明：每一个企图进行、但未实现的眼部运动，都让人感觉到——周围的一切都向同一方向发生了定量的运动。

我们是如此习惯于生活在这个自己的模拟世界之中，而这个模拟世界又与真实世界保持了美妙的同步，以至于我们认识不到这是一个模拟的世界。多亏了例如冯·霍尔斯特及其同事们所做的巧妙实验，我们才认识到了其中的真相。

但这个机制也有它黑暗的一面。一颗善于在想象中模拟模型的大脑，也几乎不可避免地有陷入自欺幻觉的危险。我们中有多少人在童年时代，躺在床上，常常被窗户上一张紧盯着我们的鬼怪的脸吓坏，最后才发现那只不过是灯光玩的把戏。我已经讨论过，我们大脑的模拟软件是多么渴望构建出一张立体的面孔，尽管那个面具是凹面的。当月光或灯光汇集在一面白色窗帘的折叠处时，大脑也会同样急不可耐地制造出一张鬼脸。

我们每天晚上都会做梦。大脑的模拟软件会构建出不存在的世界，从未存在过的人、动物或地方，它们或许永远不会存在，但我们在梦中却觉得这些东西“像真的一样”。这一点并不奇怪，我们怎么会体验不到呢？——毕竟我们已习惯于用同样的方法（模拟模型）来体验现实。在我们醒着的时候，大脑的模拟软件也同样能迷惑我们。诸如凹凸面具之类的幻象，本身并无害处，而且我们也知道它们的产生机制是什么。可是，当我们在药物的作用下，或头脑发热、不清醒的时候，甚或饿得发晕的时候，我们的模拟软件也会制造出许多幻觉。在历史上，有人声称非常真实地看到了天使、圣徒甚至上帝。他们当然看起来像真的一样——他们是普通模拟软件组合出的结果。大脑的模拟软件这时所用的建模技术，是和平时一样的、呈现其连续更新的现实世界之情况所用的同样技术。怪不得这些幻象曾经这么有影响力，甚至改变了某些人的一生。所以，每当我们听到一个故事，说某人看到了天使的来访、听到了天使的声音等，我们就应该马上怀

疑——对这个人的话不能照单全收。要记住：我们人类的头脑中都具有强大的“超现实模拟软件”，这套软件可以随时呼唤出一个鬼魂、一条巨龙或者一位圣处女的形象。对于这款久经世故的软件而言，这些不过是雕虫小技，犹如儿戏。

值得警惕的是，虚拟现实的比喻是令人陶醉的，在很多方面也恰到好处，不过，它有可能危险地误导我们认为“大脑里面有一个小人儿在观看虚拟现实的表演”。正如丹尼尔·丹尼特等哲学家所指出的：如果你主张大脑与眼睛的连接像是“在大脑中的某个地方有一个小电影屏幕，连续不断地转播着投射到视网膜上的形象”，那么，你就等于什么都没说。是谁在看这个屏幕呢？这个问题并不亚于我们认为已经解答了的那个原始问题。你还可以让那个小人儿直接观看视网膜上的表演呢！但这样显然不能解决任何问题。同样，如果我们照字面意思去理解“虚拟现实”这个比喻，想象一个被囚禁在大脑中的某种小人儿正在“观看”虚拟现实的表演的话，其结果也同样毫无意义。

由主观意识带来的问题，也许是所有哲学难题中最令人困惑的，所以我绝无雄心壮志去解决这个问题。我建议讨论一个难度适中的论题：任何一个物种在任何情况下，都需要以某种对采取行动而言最为有效的方式，去摄取和利用外部世界的信息。能做到这一步的有效方式之一是“在大脑中构建一个模型”。而对于人类的情况而言，将这种模型与虚拟现实技术相对比尤其有助益。正如我以前所说的，蝙蝠所使用的世界模型很可能很像燕子所使用的模型，尽管蝙蝠是通过耳朵，而燕子是通过眼睛来联系真实世界的。大脑以最有利于行动的方式构建出自己的模拟世界；因为白天飞行的燕子和夜晚飞行的蝙蝠在行为方式上非常相似（都是在三维空间中高速飞行，都需要躲避坚固的障碍和靠翅膀捕捉昆虫），所以它们可能使用相似的模型。我并没有假定一个“大脑中的小蝙蝠”或“小燕子”在观看这个模型。我只能说，这个模型是用某种方式来控制飞行肌肉的。

然而，我们每一个人都知道，我们有很强烈的“有一个小人儿躲在头脑里的什么地方”这种错觉。这样的错觉可以和“自私的合作者”这种基因模型相提并论，虽然两者都创造了一个整体这样的幻觉，但两者从根本上讲是两种并不相干的“代理人”（agents）。在下一章结束之前，我还要简单地谈一下这个观点。

本章的中心思想是：大脑已经从DNA那里接管了一部分记录其环境的职能（环境要用复数形式，因为它包含了晚近的和遥远过去的种种不同环境）。历史记录的唯一用途在于：鉴古，可以知（预测）未来。动物的身体代表了一种预言：大致上，未来将预计类似于祖先的过去。只要这一预言应验，这种动物就能生存下去。对世界的仿真模型可以使动物预期未来几秒钟、几小时或几天的变化，并据此采取行动。为了完整性起见，我们

必须注意，大脑本身及其虚拟现实软件，在根本上都是对祖先基因进行自然选择的结果。我们可以说，这些基因只能进行有限的预言——因为未来与过去两者只是在总体意义上具有相似性。就精妙的细节而言，基因为动物装备了神经系统的硬件和虚拟现实的软件，它们将不断更新和修正其预言，以便适应环境的高速变化。就好像基因们在说："我们可以模拟环境的基本情况，模拟那些世袭罔替的东西。至于面对快速变化的问题，大脑兄，那就要靠你了！"

我们已经巡视了大脑所构建的虚拟世界。大脑构建的岩石和树木的模型，作为我们这些动物的生活环境的一部分，并不亚于真实的岩石或树木。而有趣的是，我们必须把大脑所构建的这个"虚拟世界"也视为对我们的基因施以自然选择的那个环境的一部分。我们曾把骆驼的基因描述成"其祖先世界的居民"——在古代的沙漠中、在更遥远古代的大海中、在同骆驼的其他基因构成的和谐联盟的陪伴之下，这些基因受自然选择的青睐而生存了下来。这些都是真实的故事，等价于中新世树木和上新世热带稀树草原所讲述的"我们（人类）的基因的故事"。而现在，在基因生存所历经的各种世界中，还必须加入我们列祖列宗在大脑中构建的虚拟世界。

在高度社会化动物的情况下，虚拟世界至少部分地是由群体所构建的（比如我们和我们祖先的情况）。特别是自从语言的发明和器械与技术的兴起以来，我们的基因们必须经历非常复杂和不断变化的世界而生存下来。在这样的世界中，我们能够找到的对客观世界最经济的描述就是共享的虚拟现实。这是一个惊人的想法——正像我们说不同的基因可以在沙漠或森林中生存，或能够与其他基因结为团体，在基因库中共存一样，我们也可以说，基因也可以在大脑创造的虚拟的（甚至是诗性的）世界中生存。为了探索人类大脑本身的奥妙，且听本书最后一回的分解。

第十二章 思维的气球

大脑重量只有三磅，你可以把它握于只手；

但它能够设想一个，跨越千亿光年的宇宙。

——玛里安·戴蒙德（Mariana C.Diamond）

科学史学者都知道，任何时代的生物学家，努力研究生物运作机制的时候，都与他们时代最先进的科学技术做对比。从17世纪的钟表到18世纪的八音盒（里面有能跳舞的小人），从维多利亚时代的热机到今天的电子热制导的导弹，每个时代的技术发明都更新了生物学的想象力。世所公认，在所有发明中，数字计算机前无古人，令所有先驱发明黯然失色，其原因很简单：电脑已不仅仅是一种机器，它可以迅速地安装一些软件，变成你所希望的任何一种其他机器——计算器、文字处理器、卡片目录表、象棋大师、乐器、体重称，甚至占星算命器（很遗憾要提到这个）。电脑还可以模拟天气、旅鼠种群的周期、蚂蚁巢穴、卫星在太空中的对接，甚至模拟温哥华这座城市。

动物的大脑被称为其内置的电脑，但大脑和电脑的工作方式并不一样。大脑的构成元件迥然不同于电脑的构成元件。每一颗脑细胞单独工作时速度都很缓慢，但它们却是在一个巨大的、并行的网络中工作运行，于是通过（我们仍然不甚了解的）某些手段，脑细胞用数量弥补了它们速度上的不足，从而让大脑在某些方面的工作胜过电脑。不管怎样，两者工作细节上的不同，并没有减弱这种比喻的效力——大脑是内置于身体的电脑，其原因不在于它是怎么工作的，而是在于它在动物的生活中做了什么。大脑同电脑所起作用的相似性，覆盖到“动物经济体”的许多方面；但其中最引人注目的，可能是——大脑利用虚拟现实软件，模拟外部世界。

“长一颗大脑袋”似乎对任何动物来说都是一个好主意。拥有更强大的计算能力，不总是更可能占优势吗？——这也许有一定的道理，但长大脑袋也需要付出代价。一分钱一分货，大脑组织消耗的能量多于任何同等质量的其他组织，而且新生儿脑袋太大，会导致分娩困难。“脑袋大一定好”的假设，源于我们对自身拥有较大头脑的虚荣。不过，这仍然留下一个有趣的问题——人类的大脑为什么会长得特别大呢？

一位学术权威曾说，在过去约一百万年的进化过程中，人脑“也许是整个生命史中所记录的所有复杂器官中进步最快的”。这样说或许有些夸张，

但不可否认，人类的大脑确实进化得相当快。同其他猿类的颅骨相比，现代人颅骨的演化（至少就容纳大脑的球状颅腔这一部分来说）就好像吹一只气球一样，迅速地膨胀起来。当我们问为什么会出现这种现象时，泛泛地对“为什么脑体积的增加可以使大脑更有用”这样的问题给出大体的回答，是远远不够的。因为这种脑容量的增加所带来的益处适用于许多动物，特别是那些像大多数灵长类动物一样、在森林（一个复杂的三维空间）中高速穿行的动物。一个满意的解释需要告诉我们——为什么猿类的某一分支（实际上是离开树林的那一支）脱离了其他原地不动的灵长类，脑容量突然发生了飞跃？

人们曾普遍哀叹（或根据品位的不同，有的人对此是幸灾乐祸）欠缺联系智人（*Homo Sapiens*）和我们的猿类祖先的化石。现在情况则不同了，我们已发现了一系列有价值的化石。当我们回顾过去，就可以发现：从人属（*Homo*）的各个种到南方古猿（*Australopithecus*）这个前辈属，一路回溯，大脑的容量逐渐缩小。南方古猿的脑容量略等于现代黑猩猩的脑容量。著名的南方古猿露西或普莱斯夫人（Mrs.Ples）与黑猩猩之间的根本区别，不在于脑容量的大小，而在于南方古猿习惯于直立、双脚行走，而黑猩猩只是偶尔能走几步。在过去的三百万年中，从南方古猿到能人（*Homo habilis*）再到直立人，从古老的早期智人到现代人，大脑就好像吹气球一样，迅速膨胀起来。

在电脑的发展过程中也有类似的现象。但是，如果把人脑的进化比作气球膨胀，那电脑的进步就只能被形容为核弹爆炸了。摩尔定律（Moore's Law）指出：同样大小的电脑处理器，每隔一年半，新产品的运算能力就会翻一番。这是摩尔定律的一种当代表述；30多年前摩尔讲这些话的时候，实际上指的是晶体管的数量，按照他的计算，单位体积所集成的晶体管数量每两年就要翻一番。现在，电脑性能提升的速度更快了，因为晶体管已经变得运算速度更快、更小、更便宜。精通电脑的心理学家克里斯托弗·埃文斯（Christopher Evans，已故），曾经戏剧性地指出：

> 今天的汽车和战后初期的汽车相比，有几方面的不同。扣除物价上涨因素，汽车变得更便宜了，而且更加经济、有效了……但如果我们设想一下，在这同一时期，汽车工业以计算机工业一样的速度发展的话，现代汽车在价格和性能等方面将是怎样一种模式呢？如果你从未听说过这样的比拟，你也许会被答案吓一跳——你只需要花1.35英镑就可以买一辆劳斯莱斯，它用一加仑汽油就可以跑四五百万公里。它的马力足以驱动伊丽莎白女王二世号航空母舰。而如果你关注微型化的话，你应该可以在一枚大头针的针尖上摆放六辆小轿车！

——《强大的微观世界》，1979年

当然，在生物进化的时间尺度上，事物发展的速度必然要缓慢得多，原因之一就是生物进化中的每一个进步，都来自一些个体的死亡以及它们竞争对手的繁殖。所以，我们无法比较生物发展和电脑发展的绝对速度。但如果我们比较南方古猿、能人、直立人和智人的大脑，也会得出和摩尔定律大致相同的规律，只不过速度慢了6个数量级：从露西到智人，大约每经过150万年时间，大脑容量就增加一倍。但和摩尔定律不同的是：我们没有任何理由认为，大脑会继续膨胀下去。如果要继续膨胀的话，从理论上讲，大脑容量大的人就必然要比大脑容量小的人生更多的孩子。目前是否在发生这种事还很不分明，但可以肯定的是：在我们祖先的时代，的确曾发生过这样的事情，否则我们自己的大脑就不会有今天这么大。顺便说一下，我们祖先大脑容量的增加受到遗传因素的控制也必然是毋庸置疑的事实，不然的话，自然选择就会没有用武之地，也就不会发生大脑的进化性增长。由于某些原因，很多人认为“说有些人在遗传上就比其他人聪明”乃是政治上的严重冒犯。但是，当我们的大脑过去发生进化时事实必然是如此，而现实也并不会陡然改变，以适应政治上的敏感性。

曾经有很多方面的因素助力电脑的发展，但这些因素却并不能帮助我们理解大脑。电脑发展的一次主要飞跃，是从电子管（真空管）变为体积大大缩小的晶体管，然后是更惊人的集成电路中不断微型化的晶体管技术，这些进步都和大脑毫不相干，因为大脑毕竟不是以电子的方式工作的（这一点值得强调）。但是，电脑还有另一种进步的原因，可能与大脑相似，我称之为“自馈的共同进化”。

我们在前面已经碰见过共同进化，即不同的生物体在一起进化（比如肉食兽和草食兽之间的“军备竞赛”），或者同一生物身体上不同部位之间有关联的进化——共同适应（是共同进化的一种特殊情况）。还可以再举一个例子：有某些小苍蝇在外表上模仿一种跳蜘蛛，包括模仿其一对像汽车前灯一样朝向前方的巨大假眼，这与一般苍蝇的复眼可谓有天壤之别。所以，虽然真正的跳蜘蛛是专门捕食它们这样大小的苍蝇的，但仍然被它们的伪装所迷惑，误以为它们是自己的同类。小苍蝇还挥动它们的腿来提高伪装的逼真性；在我们看来好像是以前铁路上一种类似打旗语的动作，实际上是跳蜘蛛追求异性时的舞蹈。苍蝇的这种控制与跳蜘蛛类似之外部特征的基因，一定是和模仿打旗语的基因一同进化的。这种共同进化就是互相适应。

我用“自馈”来称呼任何一种“拥有的越多，得到的就越多”的过程。原子弹就是一个自馈的范例。人们说原子弹依靠的是一种链式反应，但用“链”这个比喻似乎太“宏大叙事”了，不足以揭示出究竟发生了什么。实情是：铀235不稳定的原子核发生裂变，释放出能量。从一个裂变的原子核中射出

来的中子，可能会击中另一个原子核并使它也产生裂变。但故事通常到这里就结束了。实际上，大多数中子都没有击中其他原子核，而是无害地射入了铀235以外的空间。虽然铀是密度最大的金属之一，但像所有物质一样，它实际上绝大部分是虚空（在我们的头脑中，金属就是密度大且坚硬的形象，因为在我们的生活中，为人们的生存目的起见，头脑中有这样一种“固体感”是最有用的）。在原子自己的尺度上，一块金属中的原子核之间距离辽远，远超过一群蜜蜂中的各只蜜蜂的间距，一颗裂变的原子所排出的粒子（中子）非常有可能不受阻碍地飞出这个蜂群。但如果我们把足够量（即著名的“临界质量”）的铀235放到一起，使得平均而言，每一颗被原子核排斥出来的中子在脱离这块金属之前，都可以击中另外一个原子核，于是就开始了一个所谓的链式反应，它以极大的速度释放出热能和其他毁灭性能量。原子弹爆炸的结果就不必多说了。所有的爆炸都有同样的传染性特点；而在大大放慢了速度的时间尺度上，疾病流行和爆炸的过程非常相似，它们也需要一个临界的受感染者数量，以便继续传染。而疾病一旦流行，则人口数量越多，被传染的人也就越多。所以给一个相当于临界数量的人群注射疫苗，是十分重要的事务。如果未接种疫苗的人数少于“临界数量”，那么疾病也就不能大肆传播。这也就是为什么有一部分人虽然没有接种疫苗，但仍然能够“不劳而获”地受益于大多数接种过疫苗的人。

在《盲眼钟表匠》一书中，我注意到在人类文化传播过程中，也有一种“发生爆炸的临界值”原理在起作用。比如说，很多人都去买唱片、书籍或衣服，并不一定有什么好的理由，就是因为看到别人都在买，于是从众、跟风购买而已。当一个畅销书排行榜发布时，可以被看作是对人们购买行为的一份客观报告。但是，这还不仅仅是一份客观报告而已，因为发布的排行榜又会反馈到人们的购书行为，影响未来的销量，所以畅销书排行榜至少又是潜在的自馈螺旋的牺牲品。这就是为什么出版商在一本书的发行初期要花费很多钱，费尽心思，力图使这本书跨过畅销书排行榜的临界值门槛。于是，你拥有的越多，得到的就越多，并且这一进程具有发生突然的起飞的特性（我们需要这个，以达成我们的类比）。反方向自馈螺旋发展的典型事例，就是华尔街股市大崩溃以及其他疯狂的股市狂抛，好像是以一种失控状态在拼命地回馈股市的尾旋式下跌。

进化性共同适应，并不一定非有额外的自馈式爆发特性。在模仿跳蜘蛛的苍蝇的进化例子中，我们找不到理由来认为，模仿跳蜘蛛之形态和行为的共同适应是爆发性的。实际上，要想具有爆发性，就有必要让最初的模仿（如产生对跳蜘蛛的略微的结构相似）建立一种强化的模仿跳蜘蛛行为的选择压力。这样反过来又进一步提升了对模仿跳蜘蛛形态的选择压力，结果就模仿得越来越像。但是，正如我以前说过的那样，没有得到任何证据支持这样的发生过程。我们没有理由来认为这种压力是自馈式的，以及当

这个螺旋式过程进行时，一定会提升选择压力。我在《盲眼钟表匠》一书中也曾说过，极乐鸟的尾巴、孔雀开屏以及其他因为性选择而出现的华丽装饰等的进化，才是真正自馈式的和爆发式的，这里可能真的适用“拥有的越多，得到的就越多”这一原则。

在人类大脑进化的案例中，我猜想我们寻找的不是像苍蝇模仿跳蜘蛛那样的进化，而是像核爆炸的链式反应或极乐鸟尾巴进化那样自馈式或爆发式的东西。这种观点的吸引力在于——它可以解释在大脑容量和黑猩猩相仿的原始非洲猿中，为什么会有一种猿在没有明显理由的情况下，突然脱颖而出。似乎是某种随机事件推动这种原人的大脑超越了某个门槛——一个相当于“临界质量”的门槛。然后，因为这个过程是自馈的，它就爆发式地起飞了。

这样的自馈过程会是由什么构成的？我在皇家研究院的圣诞节演讲中，提出了“软件/硬件共同进化”的猜想。顾名思义，这个猜想可以用电脑界的一个类比来解释。但不巧的是，似乎任何一个单纯的自馈过程，都不足以解释摩尔定律这个类比。在过去这些年中，集成电路的进步带来了许多方面的巨大变化，这也让人越来越感到迷惑——集成电路为什么会有这样明显的、稳定的指数级增长？无论如何，肯定是有一种“软件/硬件共同进化”的过程，在推动电脑的历史进步。特别是，当人们感到有一种需求被压抑的时候，便会应运而生突破某种门槛的创新。

早期个人电脑只提供原始的文字处理软件。我当时的电脑甚至不会在每一行的末尾自动换行！于是，我迷上了电脑编程，并且（我多少有点不好意思地承认）最终编写了我自己的文字处理软件。我称此软件为“代笔人”，并用它写了《盲眼钟表匠》一书，要不是在编程上耗费了时间，这本书应该早就完成了！在开发“代笔人”软件的过程中，我越来越无法忍受只能用键盘来移动电脑屏幕上的光标！我希望能把光标快速移动到电脑屏幕上的任何地方。后来，我尝试利用电脑游戏机上附带的操纵杆，但搞不定到底应该怎么做。当时，我强烈地、切身体会到“由于不能突破一个关键性的硬件，耽误了我编写出我想要的软件”。后来，我终于发现：我渴望已久（却想象不出来）的那个装置，实际上早就被发明出来了。当然大家都知道，这个装置就是——鼠标。

鼠标是一项硬件进步，于1960年代由道格拉斯·恩格尔巴特（Douglas Engelbart）构想出来，他当时就预见到，这个发明会使一种新型软件的产生成为可能。我们现在知道，这种软件创新就是后来发展成熟的图形用户界面（GUI），发明者是1970年代末施乐公司帕洛阿尔托研究中心（Xerox PARC）的杰出发明小组。1983年，这种技术被苹果公司（Apple）孵化出来，取得了巨大的商业成功。然后其他公司纷纷仿效，开发出VisiOn、GEM和现在商业上最成功的Windows等软件。这个故事的

启示在于：一场天才软件的爆发遭到了禁锢，必须等待一个关键硬件（鼠标）的降临，方能震撼出世。继而，图形用户界面软件的传播又对硬件提出了新的要求，需要硬件有更快的反应速度＋更大的存储空间来处理图形。这就不断促进了开发更复杂之软件的热潮，特别是能够利用高速图形的软件。软件/硬件的螺旋式上升方兴未艾，其最新的产品就是全球信息网（万维网）。谁知道这个螺旋上升在未来会产生什么样的结果呢？

> 当你展望未来，你就会明白（电脑的）能力将会被应用到各种不同的方面。它的性能将不断增长，让工具越来越容易使用，然后你有时候会跨过某些门槛，于是某些新事物就成为可能。图形用户交互界面就是如此。每一个程序都有图形，每一个输出都有图形，虽然要占用大量的CPU运算能力，但仍然非常值得……事实上，我有我自己的软件法则——南森法则（即软件的发展快于摩尔定律）。这也正是摩尔定律存在的原因。

——微软公司技术总监南森·梅尔沃德，1998年

言归正传，返回大脑进化的话题。我们在寻找着什么，来完成大脑同电脑的类比？或许是在硬件上的一个小小的进步，比如增加一点点大脑的容量？——一种若不能令某一新软件技术促成共同进化之螺旋式运动，就将湮没无闻的脑容量的增加？新软件改变了（大脑硬件在其中经受天择的）环境条件，环境就对大脑施加了一个强大的达尔文式进化压力，迫使它们改进和增强硬件，以便能够利用软件的发展，于是就开始了一个自馈式的螺旋式上升，带来了爆发性的结果。

在人类大脑进化的情况中，其决定性的软件进展究竟是什么？图形用户界面的对等物又是什么？对于历史上究竟可能发生过什么事情，我将举一个尽可能清楚的例子，但我绝没有打算全身心地押宝在这种观点上，从而真的认为是下面这件事物开启了螺旋式上升的轨道。这个例子，就是——语言。没有人知道语言是怎么开始的；在人类以外的任何动物中，也未发现类似语法的现象，我们难以想象语法会有怎样的一种“进化前身”。同样令人头痛的是语义的起源，也就是单词及其意思是怎么来的。在动物界，那些听起来像是“喂我吃的”或者“离开这儿”的叫声，似乎有一些意思，但我们人类的语言与此完全不同。和其他物种一样，我们人类发音的基本音（音素）也是有限的。但我们人类的独特之处在于，我们能够重新组织起这些元素，将之编成一个无限大的集合，来表示任何约定的事物。在语义学层面上，人类的语言没有尽头：音素可以产生各种组合，从而构成一本可以无限扩充的辞典；它在语法方面同样没有尽头：词汇可以用逐步嵌入的方式，组合成一个无穷大的句子。比如，“那个人正在走过来”，可以扩

充成“那个抓住了豹子的人正在走过来”，或“那个抓住吃了山羊的豹子的人正在走过来”，或者“那个抓住吃了供给我们羊奶之山羊的豹子的人正在走过来”，等等。请注意，这个句子只是在中间部分增加新词，而它的开头和结尾及其基本结构并没有改变。每个嵌入的次级成分都能够以同样的方法发生扩充，并且这样的扩充几乎没有限制。一个语法创新突然将这种潜在的无限扩展性变为可能，这看来是人类语言所独有的。

无人知道，我们祖先的语言远在逐渐进化到今天这样繁盛之前，是否经过了一个仅由少量词汇和简单语法构成的原型阶段——当今世界有成千上万种复杂的语言，有人认为“这些语言在复杂程度上完全相等”，但这话听起来在“意识形态上”太过于完美了，恐怕不能当真。我倾向于认为语言是逐渐进化的，但并不十分清楚它们以前曾是什么状况。有人认为语言是突然出现的，多少会牵扯在某一特殊时间、特殊地点的某一位天才。不管是逐渐进化的，还是突然发生的，我仍然要强调：这同样是一个“软件/硬件共同进化”的故事。一个有语言的社会性世界截然不同于一个没有语言的社会性世界，施加在基因上的选择压力也绝不再可同日而语。基因发现自己置身于一个新的世界中，其戏剧性超过突然遭遇冰期侵袭的世界，或者突然降临某种可怕猛兽的世界。在这个因语言首次爆发而诞生的新的社会性世界中，那些在遗传特性上卓然适应新生活方式的个体，戏剧性地受到了自然选择的偏爱。这让我们想起我在上一章做的结论：基因被选择来生活在一个由众多大脑所集体构建的虚拟世界中。如果有一些能力出众的个体，能够充分利用新的、有语言的世界，那么他们就将享有极大的优势，我们怎样“高估”这件事都不为过。为了掌握语言而发生进化的不仅仅是大脑，我们的祖先所生活的整个世界，都将被语言的发明所彻底改变。

但是，我举语言这个例子，只是想让“软件/硬件共同进化”的观点更有鼻子有眼一点儿。推动人类大脑膨胀超越其临界值的最重要因素也许并不是语言，虽然我有一种直觉——语言在这个过程中的作用不可忽视。现在人们仍在争论“在大脑开始膨胀的时候，喉咙中调节声音的硬件是否已经能够说话”。某些化石证据提示我们，人类可能的祖先（能人与直立人）由于喉部相对不进化，可能无法像我们现代人类一样，发出整个系列的元音。有人认为，这些线索表明，语言在我们人类的进化历程中来得太迟了。但我认为，这样一种结论相当没有想象力。我们应该想到：如果存在“软/硬件共同进化”的过程，那么在螺旋上升过程中，我们期望看到的得到改善的硬件，将不仅仅只是大脑而已——发声器官也应该处于同样的进化过程中。喉部的进化性递嬗是语言本身就可以推动的一种硬件变化。发出的元音贫乏，也远强过不能发出元音。用我们今天的精确标准来衡量的话，直立人的发音非常单调，但它仍然提供了用武之地，让语法、语义以及喉部可以发生自馈式演进。直立人偶然地、令人信服地造出了木船，并已开始利用火，我们不应该小觑他们。

我们暂且不说语言的话题，那么，还有何等“软件创新”能把我们的祖先推过进化的临界门槛、启动共同进化的进程呢？这种“软件创新”很可能自然地产生于我们的祖先越来越喜欢食物和狩猎，让我从中提示两个例子：农业只是一种晚近的发明，更早的时候，我们的原人祖先大多是狩猎者。今天仍然采取这种古代方式谋生的人，往往是可怕的追捕者。他们根据地上的足迹、植物被践踏的状况，以及残留的毛发、粪便等蛛丝马迹，就可以推断和构想出一幅在很大区域内所发生之事件的精确图像。一种足迹模式就好像是动物的一系列行为事件构成的一张图表、一幅地图，或一种象征性表达。请回想一下我们假想的动物学家，他们通过读取动物的身体和DNA来重现过去环境的能力，证明了“某种动物就是生活在那个环境里的一个模型”这种观点。那么，我们对于专家，不也可以做出类似的推演吗？比如昆桑族（！Kung San）猎手（狩猎专家）只要看一看在卡拉哈里高原沙地上的兽迹，就能在大脑中重现一幅完整的图像，反映出动物的种类及其不久前的行为。只要适当地解读，这些兽迹就意味着一幅幅的地图和画面。在我看来，在语言词汇被发明出来之前，我们的祖先很可能就已经产生了读取这种地图和画面的能力。

请设想，一群能人狩猎者，需要谋划一次协同狩猎。在1992年的一部优秀又恐怖的电视片《不安的接近》（*Too Close for Comfort*）中，戴维·阿登伯勒（David Attenborough）展示了现代黑猩猩如何进行一场看来是精心计划过的围猎，成功地追逐和伏击了一只非洲无拇指猴，把它撕成碎片吃掉了。当然，没有理由认为黑猩猩在狩猎开始之前会相互交流一个详细的计划，但我们完全有理由认为，能人（*habilis*）如果能够实现这样的交流，可能将从中大受裨益。那么，这种交流可能怎样发展起来呢？

假设其中有一位猎人（可以认为他是打猎的首领）计划伏击一只非洲旋角大羚羊，而且他希望告诉其他猎人这一计划。无疑，他可以模仿大羚羊的动作，甚至披上以前猎杀的大羚羊的皮来加强别人的印象，就好像现代猎人为了仪式或娱乐目的所做的那样。他还可以模仿演示他想让其他猎手执行的动作，用刻意夸大的蹑手蹑脚的动作来演示偷袭、在逐猎过程中的高声叫嚷，以及模仿最终伏击时突然跳起的样子。他还可以做更多的事情，丝毫不输于任何现代军队的指挥官。他也可以在一幅这个地区的地图上指出攻击目标，并谋划具体的行动。

我们可以设想，那些古代猎手作为优秀的追踪者，能够敏锐地感知二维空间的布局、动物的足迹、步距和其他蛛丝马迹；他们在空间感方面的这些特长，也许大大超过了我们轻易的想象（除非我们自己就是那些昆桑族猎手）。他们已完全习惯于“追踪野兽的踪迹”这样一种理念，把它想象成摆在地上的一幅等大的地图，以及对某一动物之运动的暂时的图示。还能有什么沟通方法，比首领折下一段树枝，在沙土上画出动物形状或其活动线

路更为自然？首领及猎手们都很清楚，在泥泞河岸的一片纷乱的蹄印表示刚刚有一群牛羚走过。他为什么不能在地图上画出那条河来呢？毕竟，他们都已经那么习惯于沿着人类的足迹从自己的洞穴走到河边，首领何不干脆在地图上标出自己的洞穴与河流之间的位置关系？通过用一根树枝在沙子地图上描画，首领就可以告诉大家接近牛羚的方向，以及他准备让大家发动进攻的切入角度和设伏的地点。

难道是类似于这样的一种行为，作为能够解读动物踪迹的一种重要技巧，让人们自然地总结出一种绘制“按比例缩小的二维图像”的想法？也许就是从这样的一个源头，诞生了“绘制动物肖像”这种理念。泥地上牛羚的一颗蹄印，无疑是真实兽蹄的一种“底版”；而看到一个新鲜的狮子爪印，一定会让人悚然而惊。是不是就在这个大脑的一闪念之中，引发了一种思维：既然可以描绘出代表动物一部分的图像，那么再外推一些，不就是整只动物了吗？引导人们画出了第一幅完整动物图像的那个大脑一闪念，也许来自一整只动物尸体被拖出其陷身已久的泥淖中时，所留下的印记。或者，他们大脑中的虚拟现实软件，不难为草地上一块模糊印迹补充上血肉（所谓的脑补）：

在一只高山野兔卧过的地方，

山上草就只能保持那种形状。

——叶芝，《记忆》，1919年

用一种东西来代表另外一种东西，可以帮助头脑的想象，或者促进交流——这是各种具象派艺术（也许还包括非具象派艺术）得以建立的同样的基础。支持我所说的诗性科学（不论好、坏）的类比和比喻，也是人类制造符号能力的另一类表现。现在，让我们从中识别出“能代表某种进化系列的一个连续统”。在它的一端，我们允许某些事物代表与其相似的其他事物，比如洞穴中的野牛绘图（代表野牛）。在另一端，符号与其所代表的事物，并无明显相似——比如表示“野牛”的英语词汇，它之所以表示野牛，仅仅因为这是所有说这门语言的人所遵守的一种主观规矩而已。我认为，这个连续统的各个中间阶段代表了一种进化的过程。我们可能永远不会知道它是怎样开始的，但我所讲的动物踪迹的故事，也许就代表了一种进化中的洞察力，人们可以用这种洞察力来进行类比性思考，从而领会到理解语义表达的可能性。不管我所讲的“追猎地图”是否产生了语义，它和语言一起（作为我提出的第二项软件创新）可能确曾激发了使大脑不断膨胀的螺旋上升式共同进化。难道是这种绘制地图的能力使我们的祖先跨出了进化过程中的关键一步？其他猿类却因为不具备这种能力，而在进化中

止步不前？

我猜想的第三个可能的软件创新，来自威廉·卡尔文（William Calvin）的一个建议的启发。卡尔文认为，弹道运动（比如向远距离目标投掷某一物体）会对神经组织提出一种对于计算能力的特殊要求。他的理念是，人类攻克了这个（可能源于捕杀猎物之目的）的具体问题，而其副产品是：它武装了人类的大脑，以完成其他很多重要事情。

卡尔文在布满鹅卵石的海滩上自娱自乐，漫不经心地投掷石块，击打海面上的一块浮木。这种投掷动作启发了（这一隐喻并非偶然）一种有创造性的思路。当我们瞄准一个目标扔出石头的时候，我们的大脑需要做出什么样的计算？我们的先民在不断进化的狩猎中，必然需要越来越多地做到这一点。而不管用哪只胳膊来扔，不管是从肩膀之上扔还是从肩膀之下扔，或者是甩手腕来扔，能够准确击中目标的关键因素之一就是出手时间。石头脱手的时机不同，结果就可能完全不同。我们在板球比赛中都见过抡圆胳膊的扔法（这和投掷垒球的方法不一样，投掷垒球必须将胳膊完全伸直从肩膀上边扔出去，这个动作比较容易想象）。如果板球出手时间太早，它就会飞过击球员的头部；如果出手时间太晚，球又会砸到击球员前面的地上。那么，神经系统是如何根据胳膊的高速抡动，把握最佳出手时间的呢？这完全不同于击剑的原理。击剑时，你要全程控制，才能刺中目标，而扔保龄球或投掷某物，是弹道学问题——抛射物一旦出手，我们就无法继续控制其飞行。当然，还有一些其他的技巧性运动，比如挥动榔头敲钉子，虽然这件工具或武器并没有离开你的手，但它仍然是弹道性的（运动）。所有这些运动都需要进行提前计算，即所谓的“航位推算”。

无论是扔一块石头，还是投一支标枪，解决最佳脱手时间的方法之一，就是计算当你举起胳膊时，处于运动状态的每一块肌肉的收缩情况。现代电脑当然可以胜任这项工作，但人脑的速度就太慢了。卡尔文的解释是，因为神经系统速度很慢，所以大脑干脆死记硬背下来了一整套对肌肉的指令以解决这个矛盾。投掷一只板球或一杆标枪的整个动作系列，都已经作为预先记录好的、针对每一块肌肉抽动的指令，被编入了大脑，按照（将来）发出这些指令的顺序，进行整理、储存。

很显然，目标距离越远，就越难击中目标。卡尔文掸落物理课本上的尘土，从中得知要以同样的精度击中越来越远的目标，应该如何计算得出越来越短的“发射（时间）窗口”。“发射（时间）窗口”是一个航天术语，指火箭科学家（众所周知干这一行需要天才头脑）必须在预先算出的准确时段发射，这样航天器才能命中其目标（如月球）。发射得太早或太晚，都会错失目标。卡尔文通过计算知道，要击中4米之外一只野兔大小的目标，“最佳发射（时间）窗口”只有11毫秒。如果扔得太早，石头就会飞过兔子，而扔得太晚，又会击之不及。这里太过和不及之间的差别，只有11

毫秒，大约是百分之一秒。卡尔文身为研究神经细胞反应时间的专家，对此感到非常头疼，因为他知道，一个神经细胞反应的误差范围，通常就已经远远超过了这个“发射（时间）窗口”。但实际上，优秀投球手即使在跑动中，也能准确击中这么远的目标。我现在仍然记忆犹新，我在牛津大学读书时，纳瓦卜·帕托迪（NawabPataudi）代表牛津大学板球队出场参加比赛，他投出的球具有毁灭性的速度，而且一次又一次地准确地击中对方的三柱门。他甚至能够一边疾速奔跑，令对方击球手骇然变色，一边提振自己队伍的士气——真不愧是印度板球手中的一位王者，即使在他受伤失去一目之后，仍然是如此。

卡尔文需要解开一个谜：我们怎么会投得这么好？他认为：问题的答案藏在大数定律之中。没有哪一种计时器的准确度，能够媲美昆桑族猎手投掷长矛（或板球手投掷板球）的那种准确度——那必定是很多个计时器在同时工作，它们的结果经过平均之后，形成最后的决定：在某个时机投出矛（球）。现在，关键问题来了：既然为了一个目的，已经开发了由很多计时指令和排序指令构成的集合，那为什么不把这种机制再指向其他目标呢？语言本身就要依靠精确的排序，音乐、舞蹈也是如此；甚至在设想未来计划时，也都有一个精确排序的问题。那么，投掷有可能就是预测本身的前身吗？当我们把想象投向未来，这种投向，不仅仅是隐喻性的，也几乎是名副其实的“投向”吗？当在非洲的某地，人类说出第一个词语的时候，说话者是否想象到了——自己这一开金口，是在把一枚导弹，准确地投向了他所瞄准的听众那里？

我的第四个参与“软件/硬件共同进化”的候选软件，是文化传承的单位：弥母（meme）。我们讨论畅销书的传染病式“起飞”模式时，就已经对弥母有所暗示。我将在这里引用我的同事丹尼尔·丹尼特和苏姗·布莱克莫尔（Susan Blackmore）的一些论著，他们是1976年弥母一词草创之后，建设性的弥母式理论家。基因被复制、拷贝之后，从父母传向后代。类比可知，弥母是通过任何可能的拷贝手段，从一个大脑传向另一个大脑的东西。基因和弥母之间的相似性，究竟是诗性科学还是臆性科学？——这个话题相当有争议。总而言之，我仍然认为弥母是一个好词儿——虽然如果你通过互联网搜索这个词，可能会发现不少人被弥母一词拐跑了，误入歧途。甚至从看似弥母出发，还发展出了一些宗教——我发现很难判断他们是开玩笑，还是玩真的。

我和妻子有时会饱受失眠之苦，因为头脑整个晚上都被某一种不断重复的、不依不饶的曲调所控制。有一些曲调就是特别坏的祸胎，比如汤姆·勒莱（Tom Lehrer）的《性受虐狂的探戈》，它的旋律乏善可陈（其歌词则不同，是非常押韵的），但它一旦进入你的头脑，就几乎让你无法摆脱它。我和妻子之间有一项协议，如果我们的头脑在白天钻进了一支危险的

曲调，比如列侬（J.Lennon）与麦卡特尼（P.McCartney）的音乐，那么我们在睡觉之前，无论如何都不能哼唱这些曲调，害怕把它传染给对方。一颗头脑中的曲调可以感染另一颗头脑的这种方式，就是纯粹的弥母之间的对话形式。

人们即使在清醒的时候，也会发生同样的事情。丹尼特在《达尔文的危险观念》（*Darwin's Dangerous Idea*，1995年）一书中讲述了下面一桩逸事：

> 那一天我感到很尴尬、很郁闷，因为我发现自己走路的时候在不停地哼一支小曲。它并不是海顿（F.J.Haydn）、勃拉姆斯（J.Brahms）或查理·帕克（Charlie Parker）的作品，甚至也不是鲍勃·迪伦（Bob Dylan）的歌曲。我充满激情地哼着的却是这首《两个人才能舞探戈》，这种1950年代的疯狂流行音乐完全是靡靡之音，无可救药。我肯定，我这一辈子从来没有喜欢过或仰慕过这首曲子，听这首歌，还不如让自己的耳朵放空更舒服些。但是，它就像一个可怕的音乐病毒出现在我的脑海，至少和弥母库中我尊敬的乐曲一样强劲。而现在，发生了更糟糕的事情——我让这个病毒在你们很多人中间复活了！如果某人发现，自己也在30年后再次哼起了这支恼人的曲调，他接下来一定会咒骂我好几天。

对我来说，令人抓狂的单调韵律不一定总是曲调，而同样可以是一个重复不停的、没有任何明显意义的词组，只是我（或他人）在某天某时所说的只言片语。人们不明白为什么会实现这样的曲子或词组，但它们一旦出现在头脑中，就很难摆脱掉。它不断地表现自己。1876年马克·吐温（Mark Twain）写过一篇短篇小说《文学噩梦》（*A Literary Nightmare*），描述他自己的头脑被一个怪诞的、顺口的、有诗韵的指令片段所困扰的故事：一位火车售票员拿着剪票器，念叨着：“当着乘客的面打孔。”

> 当着乘客的面打孔
>
> 当着乘客的面打孔

它的韵律与印度教碎碎念式的祷文类似，因为害怕感染上你，我几乎不敢在这里引用这句话。在读了马克·吐温的小说之后，我自己的头脑中竟然一整天都回响着那个声音。小说的主人公最后把萦绕脑际的这段话传给了教区牧师，自己终于实现了解脱，可是牧师却因此发了狂。这个故事中类

似“加大拉的猪群”（The Gadarene Swine）的方面，是唯一不对的地方（“当你把弥母传给另外一个人时，你自己就可以得到解脱”这种观念）。事实上，你用弥母感染了别人，并不意味着你自己的头脑中就消除了这个东西。

弥母可以是很棒的主意、动听的乐曲、优美的诗歌，也可以是喋喋不休的念咒。任何能够通过模仿的方法进行传播（就如基因依靠个体繁殖或病毒传染而传播一样）的东西，都是弥母。最令人最感兴趣的就是：与我们熟悉的基因选择类似，弥母至少在理论上存在真正的达尔文式选择的可能性。这些弥母具有传播的能力，因而被广为传播。丹尼特所说的停不下来的单调韵律，像我和我妻子碰到的一样，也是一支探戈舞曲。那么，在探戈节奏中有什么暗藏的毒素吗？就此，我们还需要进一步的证据。但很多人认为的“某些弥母因为遗传特性，所以传染性强于其他弥母”是很有道理的。

像我们对基因的预料一样，我们也能够预料这个世界中的弥母都是“善于把自己从一个大脑复制到另一个大脑的弥母”。我们注意到，就像马克·吐温挥之不去的单调韵律，一些弥母果然有这个能力，虽然我们还无法分析出这些能力从何而来。只要弥母的感染性具有差别，就足以让达尔文式选择开始运作。有时候我们能够研究出来“帮助弥母进行传播的因素是什么”。丹尼特就注意到，“阴谋论弥母”就有一个应对“没证据证明这是阴谋啊”这种反对意见的内置反应，即“当然没有证据，所以这阴谋可真强大！”

基因们可以依靠纯粹的寄生能力来传播自己，比如病毒的基因们。我们可能会认为，这个“为了传播的传播”是没有意义的，但是，自然选择不在乎我们的评判。不管基因们的这种传播有没有意义，一段编码，只要具有成功的必要条件，就会四处传播，如此而已。基因们的传播或许还有我们认为更“有意义”的理由，比如因为它们可改善鹰隼视力的敏锐性。当我们思考达尔文主义的时候，首先就会想到这些基因们。我在《攀登不可能的山峰》一书中解释过，大象的DNA和病毒的DNA都是一种“拷贝自我”的程序，其不同之处在于：其中之一（前者）有一处太过奇幻的“离题万里的大绕远”——“通过首先建造一头大象，来拷贝我”。但事实上，狼有狼道、蛇有蛇踪，这两种程序都发生了传播，唯传播方式各有不同。弥母的情况也是如此。单调的探戈舞曲在大脑中生存，并影响其他大脑，这同样是纯粹的寄生能力带来的结果，只不过它们更接近达尔文式进化谱系上病毒的那一端。而伟大的哲学思想、卓越的数学洞察、巧妙的打结或聪明的制作陶罐技术等，也都存在于弥母库中，但它们的存在和传播更接近进化谱系上“有意义的”一端或“大象”的那一端。

弥母得以传播的唯一动因，是个体之间宝贵的生物性模仿的倾向。有很多理由可以说明，模仿能力为什么会得到作用于基因的常规自然选择的青

睐。在遗传上能用预制的程序进行模仿的个体可以更快地掌握某种技巧，而其他个体可能却要花费很长时间去积累。欧洲山雀（美国山雀的欧版物种）啄开牛奶瓶之技巧的传播，就是一个绝佳的例子。在英国，每天一大早，送奶员就会把一瓶瓶牛奶放在各家各户的台阶上，主人通常要过一会儿才会前来取走奶瓶。这期间往往可以看到一只小鸟飞过来，用喙啄穿奶瓶盖，但这对鸟儿来说并不是自然的行为。究其根源，这是英国的蓝山雀偷喝牛奶的行为发生传染，从一些分散的居民点向外扩展的结果。用“传染”这个词恰如其分。动物学家詹姆斯·费希尔（James Fisher）与罗伯特·欣德（Robert Hinde）曾找到一些记录，证明山雀在1940年前后就具有了这样的行为。可能就从那时开始，其他鸟儿通过模仿山雀，逐渐把这种行为传播开来。但刚开始的时候，这肯定只是个别的几只鸟儿的偶然行为，它们是当之无愧的创新之鸟，是当之无愧的弥母传染的奠基者。

黑猩猩也有同样的故事。它们通过模仿，学会了将树枝插入白蚁巢穴以钓食白蚁。还有的猩猩通过模仿，掌握了用石块在圆木或石头上砸开坚果的技巧，不过这些现象只见于非洲西部的一些特定地区，不见于别处。我们的原人祖先，肯定也是通过相互模仿，学会了关键性的技术。在仍然存在的部落群体中，打制石器、编织和捕鱼技巧、用茅草覆盖屋顶、制陶、生火、做饭、打铁等，这些都是通过模仿而学会的。师徒手艺代代相传，就是等同于基因亲子传承的弥母的传承。动物学家乔纳森·金德姆（Jonathan Kingdom）指出，我们祖先的某些生存技巧最早开始于模仿其他物种，比如：蜘蛛结网，启迪了人们编织渔网和搓线为绳；纺织鸟的巢，使人类学会了如何打结和用茅草覆盖屋顶。

和基因不一样，弥母看来并没有聚集在一起构成巨大的“载体”（身体）作为它们共同居住和生存的栖居地。弥母依赖于基因制造出来的载体（除非像有些人认为的那样，把互联网视为弥母的一个载体），但是，弥母在操纵活的机体方面，却有其独特的能力。如果应用我们的“自私的合作者”的教训，基因和弥母在进化上的类比就变得有趣起来。和基因一样，弥母也是生存在另外一些特定弥母存在的环境中。由于这些特定弥母的存在，大脑就对接受其他弥母有了足够的准备。就好比一个物种的基因库构成合作基因的联合体（卡特尔）一样，一个思想的集群（一种“文化”或“传统”）也构成了合作的弥母的联合体（memeplex）。和基因的情况一样，错误的观点是把整个弥母联合体视为一个独立的被选择的整体；正确的思路是把它们看作互相帮助的弥母，每一个弥母都为其他弥母提供良好的生存环境。不论弥母理论的局限性有多大，我认为，（一种）文化、传统、宗教乃至于（一种）政治局面，都是循着“自私的合作者”的模式发展起来的——这样的一种观点，大概至少反映了真理的一大主要方面。

丹尼特形象地把人的心智比作一个培育弥母成长的温床。他甚至能做到挺

身而出，去捍卫认为“人们的意识本身就是一个巨大的弥母联合体”的假说。他的这些令人信服的观点等等，都详尽地收录在《意识的解释》（*Consciousness Explained*, 1991年）一书中。我不可能总结出那本书中的一系列精彩的论证环节，但我很满意自己能引用一两处有特色的段落，例如：

> 人类的心智是所有弥母都需要依靠的港湾，但人类心智本身是一件构成品——为了构筑一个更好的栖息所，弥母重新构建人类大脑，心智于是生焉。弥母进出的通道发生改变，以适应当地的情况，提高保真度和冗余性的各种人造设施又加强、完善了传播通道。于是，土著中国人的思想，迥异于土著法国人的思想，文化人的头脑迥异于文盲的头脑。弥母对于它们赖以生存之生命体的回报，是数不胜数的各种优势，同时也额外扔进了几只特洛伊木马……但如果人类心智真的在很大程度上是弥母的创造的话，我们原有的对弥母的相反看法就难以维系了：它们不再是与我们对立的弥母，因为远古时候弥母的出没已经在决定“我们是谁、我们是什么的过程中”扮演了极其重要的角色。

弥母也有其生态机制，有弥母构成的热带雨林，有弥母构成的白蚁巢。在文化中，弥母并不仅仅通过模仿而从一颗头脑跳入另一颗头脑（这只不过是易见的冰山一角）。弥母们还在我们的大脑中茁壮成长、繁衍生息并开展竞争。当我们向世界宣布一个好主意的时候，谁知道幕后的、潜意识的准达尔文式选择到底在我们的头脑中做着什么呢？弥母侵入我们的大脑，就好比远古时代细菌侵入我们的细胞，最后成为线粒体一样。弥母，类似于慢慢消失但笑脸犹存的柴郡猫；弥母融入我们的心智，甚至成为我们的心智，就好比远古细菌遗留在真核细胞之内成为线粒体、叶绿体，使真核细胞成为细菌的定居点。这听起来好像是对共同进化的螺旋上升和人类大脑容量同步扩大的一套完美的施工配方。但是，推动这个螺旋的特殊力量究竟是什么呢？“拥有的越多，得到的就越多”的自馈机制又位于何处呢？

苏姗·布莱克莫尔对这个问题的解答，是通过提出另外一个问题：“你应该模仿谁？”你当然应该模仿最擅长这项技巧的个体，但这里还有一个更具普遍性的答案。布莱克莫尔认为，你应该选择去模仿“最优秀的模仿者”，因为他们身上积累了最佳经验和技巧。她的下一个问题是：“你应该和谁婚配？”我们可以用同样的方法来回答，你应该婚配“最时髦的弥母的模仿者”。这样的话，不仅弥母因其自我传播能力而被选择，普通的达尔文式自然选择中的基因，也由于能够产生擅长传播弥母的子代个体而被遴选出来。我不想剽窃布莱克莫尔博士的惊人发现，因为我曾被惠许阅读《弥母机器》（*The Meme Machine*，1999年）一书的预览稿。我只想简单地说：这其中涉及“软件/硬件共同进化”。基因建造了硬件，而弥母则是软

件，它们的共同进化，可能就是推动大脑演化膨胀的动力。

我在前面说过，我要回头再谈“大脑中有一个小人儿”的错觉，但并不是要解决意识的问题——这个远远超出我的能力，而是要在基因和弥母之间进行另外一种比较。在《延伸的表型》（*The Extended Phenotype*）一书中，我反对把生物个体的存在视为理所当然。这里所指的个体，不是指感觉意识方面的个体，而是指一个独立的、被皮囊紧紧包裹着的躯体，它存在的目的，大概仅仅是为了生存和繁衍生殖。我认为，生物个体并不是生命的基础，只是当这些在进化之初还是分离的甚至敌对的基因，作为“自私的合作者”聚集成为一团团合作的群体的时候，个体才涌现出来。生物个体并不完全是一种幻象，它比幻象要具体、实在得多，但它是一种次生的、派生出来的现象，是把在本质上分离甚至敌对的作用者，凑合着拢在一起的结果。关于这一点，我不打算展开论述，只想请大家考虑：根据丹尼特和布莱克莫尔的观点，它可以同弥母进行对比。也许主观的“我”（即我们认为代表自己的那个人）同样是亦真亦幻的。心智在本质上是独立的，甚至相互敌对的诸作用者的一个集合体。人工智能之父马文·明斯基（Marvin Minsky）把1985年写的一本书命名为《心智社会》（*The Society of Mind*）。不管书中谈到的“脑中特工”（agents）是否被等同为弥母，我现在想指出的就是：“脑子里有一个小人儿”这一主观感觉，也许是一个凑合在一起的、涌现出来的半虚幻的感觉，类似于从基因不稳定的合作中进化形成独立的个体。

但这些仍然是在敲边鼓，没有切入正题。我一直在寻找一种“可以发动软件/硬件共同进化之螺旋上升”的软件，来揭示人脑膨胀的秘密。到目前为止，我已经谈过了语言、看地图、投掷石块儿和弥母等。另一个可能性是性选择，我曾经用性选择作类比，去说明“爆发式共同进化”的原理，但真的是性选择推动了人类大脑的进步吗？我们的祖先是用一种“智慧方面的孔雀开屏”的方法来吸引异性的吗？容量较大的大脑，是不是因其炫耀性的软件表现（也许就如同记住惊人复杂的仪式舞步的能力一样）从而受到了性选择的青睐？有可能。

很多人会发觉：语言本身就是最具说服力的、最明显的引发了大脑膨胀的“候选软件”。我在后文将从另外一个角度再来谈这件事。特伦斯·迪肯（Terrence Deacon）在《符号物种》（*The Symbolic Species*，1997年）一书中，用类似于讨论弥母的方法来讨论语言问题：

> 如果忽视建设性和破坏性之间的区别，我们就可以把语言看作是一种病毒。语言是没有生命的人造事物，是刻画在泥土或纸张上的声音样式，恰好潜入了人类的大脑活动之中，大脑复制语言的组件把它们编

> 成系统、加以传播。所复制的构成语言的信息，虽然没有被组织进一个有生命的机体，但这个事实并不能排斥它作为一个完整的有适应能力的实体，与人类宿主一同进化。

迪肯继续用“共生”模型而不是用“恶毒寄生”模型，来比较弥母与细胞中的线粒体和其他共生细菌。语言发生演化，变得善于传染儿童的大脑，而儿童（这些精神毛虫）的大脑也进化得善于被语言所感染——这又是一个共同进化的例子。

刘易斯（C.S.Lewis）在论著《蓝色诅咒与假发想象》（*Bluspels and Flalansferes*，1939年）中，提醒我们注意语言学家的思考原则：我们的语言中，充满了已被忘却的比喻。哲学家、诗人爱默生（Ralph Waldo Emerson）在他1844年的论文《诗人》（*The Poet*）中指出：“语言是诗歌的化石”。即便不是我们全部的词汇，肯定也有大量词汇发端于比喻。刘易斯指出，“attend”（照料）这个单词曾经一度表示“stretch”（伸展）的意思。当我照料你时，我就把耳朵向你“伸展”来倾听你的声音。同样，当你“cover”（覆盖）话题，我“grasp”（领会）你的意思，而你设法把你的“point”（观点）“drive home”（讲到家），我们“go into”（进入）一个主题，“open up”（打开）一条“line”（思路），等等。我专门挑选这些例子，是因为这些比喻是新近的，所以还不难追溯。语言学家们则挖掘得更深（看见我的意思了吗？），在他们所举的例子中，即使来源并非“不言而喻”的单词，也曾经是一种比喻，也许来自于一门死的（领会到了吗？）语言。实际上，“language”（语言）一词本身即源自表示舌头的拉丁语单词。

我刚刚买了一本《当代俚语辞典》，因为读过本书文稿的一些美国学者告诉我，大西洋彼岸的人们无法理解我最爱用的一些英语词汇——这令我十分不安。比如“mug”一词在英国有笨蛋、轻信者或易受蒙骗的人的意思，而美国人则不知其所云。总体而言，这部辞典让我安心地看到，有很多俚语能够通行于英语世界。而使我更感兴趣的，是人类在不断发明新词和旧词新用方面所表现出来的惊人创造性，比如“parallel parking”（并排停车）或“getting your plumbing snaked”（通你的管）表示交媾的意思，“idiot box”（蠢人箱）指电视机，“park a custard”（停放奶油蛋糕）指呕吐，“Christmas on a stick”（棒棒上的圣诞节）指自以为是的人，“nixon”（尼克松）表示欺骗性交易，“jam sandwich”（果酱三明治）指警车等等。这些俚语，代表了具有惊人丰富性的语义创新的最前沿！而且它们完美地阐明了刘易斯的观点。我们所有的词汇，就都是这样起源的吗？

就和前面的“足迹地图”一样，我不知道——把大脑的进化推过了质变之门槛的这种“领会类比的能力”（用象征性词语来表达其他东西的能力）是否就是步入共同进化螺旋中最关键的软件？在英语中，我们把“mammoth”这个词用作形容词，来表示“非常巨大”的意思。难道是先民中一些具有诗性想象天赋的先知在绞尽脑汁想表达“巨大”这个概念时，突然想到了模仿或构画一幅猛犸象的图画，于是我们的祖先就一举在语言上取得了突破？是不是这样一种软件性发展，将人类推到了软件/硬件共同进化的爆发阶段？也许事实并不像这个特定例子的描述——因为要表示尺寸很大，只要简单地像吹牛的垂钓者最爱的那样，展开手臂做一个夸张动作就行了。但是野外黑猩猩之间的交流，能做到这一点，也是一项软件进步。或者说，有没有可能是这个？——我们的先民模仿“瞪羚”来表示年轻姑娘敏感、羞怯的美，在上新世预示的叶芝“双女其姝，一如瞪羚”的诗句？或者，（软件进步）来自于用半只葫芦中倾泻下水流，以表达“泪如瓢泼”的悲伤，而非表示显而易见的瓢泼大雨？我们远古的能人或直立人祖先，是否已经想象出并找到了关键的方法，来表达约翰·济慈诗中“啜泣的雨”？（尽管可以肯定，眼泪本身就是一个尚未解开的进化之谜。）

无论这些是从什么时候开始的，也不管它们在语言的进化中发挥过什么作用，在整个生物世界中，只有万物之灵人类具有诗人驾驭比喻的天赋：我们注意到一件事情可以比拟另外一件事情，并且利用这种关系，可以构成撬动我们思想和感情的支点。这是想象力这种天赋的一个方面。也许，这就是启动了我们共同进化螺旋的“关键性的软件创新”。我们可以把它视为上一章所讨论的虚拟现实软件的一次关键性进步，或许正是这一步，让我们从受束缚的虚拟现实阶段（大脑根据感觉器官告知它的信息模拟出一个模型）进化到了不受束缚的虚拟现实阶段——大脑所模拟的并不是当时真实存在的东西，而是想象和白日梦，属于“如果……会怎么样？”之类对未来的假想计算。而最终，这些将把我们带回富有诗意的科学，以及本书的主题。

我们可以把虚拟现实软件放入我们的头脑，并把它从“仅仅功利性地模仿现实”这种暴政中解放出来。我们既可以想象可能的世界，也可以想象现实的世界。我们既能够模拟可能的未来，也能够模拟古老的过去。借助于外在的记忆和摆弄符号的人造工具（纸和笔、算盘和电脑），我们就能够构建宇宙的运转模型，并在我们离世之前让它在头脑中演绎不停。

我们能够站在宇宙之外。我这样说的意思是：我们的头脑中可以放入一个宇宙模型。这一模型不是一种迷信的、狭隘的、有限的、充满怪力乱神的模型；在彩虹的尽头，也没有闪闪发光的金壶。这是一个宏大的模型，足以匹配那个规范它、更新它、调和它的现实世界；这是一个星光闪烁、距离渺远的模型，在这里，爱因斯坦神圣的时空曲线无比风光，超越耶和华

约定的彩虹，并揭示出彩虹的本来面目；这是一款强大的模型，整合了过去的时光，引领我们穿过现在、奔向足够遥远的未来；它足以提供详尽的各种未来情境，让我们进行选择。

> 只有人类，才能运用自己诞生前他人积累的知识和对自己死后可能发生之事件的预想，来引导他们的行为；所以只有人类探路寻途的时候，所凭恃的光亮不仅照亮了他们脚下所站立的那一方土地，而且照亮了更远的前方。

——P.B.梅德沃，J.S.梅德沃，《生命科学》，1977年

夫天地者，万物之逆旅也；光阴者，百代之过客也。聚光灯扫过去了。令人兴奋的是，它照耀的那一段时间，已经足以让我们理解自己所短暂居留之地所发生的某些事情，以及我们所做这些事情的理由，在生物世界的芸芸众生之中，只有我们能看到自己的归宿。在所有动物之中，也只有我们人类在离世之前，才能说：是的，就是为了这个最重要的理由，我们值得到这个世界上走一遭。

> 死亡比任何时候都绚烂，
>
> 在午夜没有痛苦地魂离人间，
>
> 当你向外倾泻自己的灵魂，
>
> 你是那样的释然。

——约翰·济慈，《夜莺颂》，1820年

一位是济慈，一位是牛顿，他们在相互倾听，可能也听到星系们在唱歌。

参考书目

1.Alvarez, W.(1997) T. rex and the Crater of Doom. Princeton, NJ: Princeton University Press.

2.Appleyard, B.(1992) Understanding the Present. London: Picador.

3.Asimov, I.(1979) The Book of Facts, Volume 2. London: Hodder& Stoughton.

4.Atkins, P.W.(1984) The Second Law. New York: Scientific American.

5.Atkins, P.W.(1992) Creation Revisited. Oxford: W.H. Freeman.

6.Attneave, F.(1954) Informational aspects of visual perception. Psychological Reviews, 61, 183-93.

7.Barkow, J.H., Cosmides, L., &Tooby, J.(1992) The Adapted Mind. New York: Oxford University Press.

8.Barlow, H.B.(1963) The coding of sensory messages. In W.H. Thorpe & O.L. Zangwill (eds.), Current Problems in Animal Behaviour. Cambridge: Cambridge University Press, 331-60.

9.Barrow, J.D.(1998) Impossibility: The Limits of Science and the Science of Limits. Oxford: Oxford University Press.

10.Blackmore, S.(1999) The Meme Machine. Oxford: Oxford University Press.

11.Bodmer, W., &McKie, R.(1994) The Book of Maw The Quest to Discover Our Genetic Heritage. London: Little, Brown.

12.Bragg, M.(1998) On Giants' Shoulders. London: Hodder& Stoughton.

13.Brockman, J.(1995) The Third Culture. New York: Simon & Schuster.

14.Brockman, J., & Matson, K.(eds.) (1996) How Things Are: A Science Toolkit for the Mind. London: Phoenix.{314}

15.Cairns-Smith, A.G.(1996) Evolving the Mind. Cambridge: Cambridge University Press.

16.Calvin, W.H.(1989) The Cerebral Symphony. New York: Bantam Books.

17.Calvin, W.H.(1996) How Brains Think. London: Weidenfeld& Nicolson.

18.Carey, J.(1995) The Faber Book of Science. London: Faber & Faber.

19.Cartmill, M.(1998) Oppressed by evolution. Discover, March, 78-83.

20.Clarke, A. C.(1982) Profiles of the Future. London: Victor Gollancz.

21.Conway Morris, S.(1998) The Crucible of Creation. Oxford: Oxford University Press.

22.Cook, E.(1990) John Keats. Oxford: Oxford University Press.

23.Craik, K.J.W.(1943) The Nature of Explanation. London: Cambridge University Press.

24.Crick, F.(1994) The Astonishing Hypothesis. New York: Scribners.

25.Cronin, H.(1991) The Ant and the Peacock. Cambridge: Cambridge University Press.

26.Darwin, C.(1859) On the Origin of Species. London (1968): Penguin Books.

27.Davies, N.B.(1992) DunnockBehaviour and Social Evolution. Oxford: Oxford University Press.

28.Dawkins, M.S.(1993) Through Our Eyes Only? Oxford: W. H. Freeman.

29.Dawkins, R.(1982) The Extended Phenotype. Oxford: Oxford University Press.

30.Dawkins, R.(1986) The Blind Watchmaker. London: Penguin Books.

31.Dawkins, R.(1989) The Selfish Gene. Second Edition. Oxford: Oxford

University Press.

32.Dawkins, R.(1995) River Out of Eden. London: Weidenfeld& Nicolson.

33.Dawkins, R.(1996) Climbing Mount Improbable. New York: Norton.

34.Dawkins, R.(1998) The values of science and the science of values. In J.Ree & C.W.C. Williams (eds.), The Values of Science: The Oxford Amnesty Lectures 1997. Boulder, Colo.: Westview Press.

35.de Waal, F.(1996) Good Natured. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.

36.Deacon, T.(1997) The Symbolic Species. London: Allen Lane.

37.Dean, G., Mather, A., & Kelly, I.W.(1996) Astrology. In G. Stein (ed.), The Encyclopedia of the Paranormal. Amherst, NY: Prometheus Books, 47-99.

38.Dennett, D.C.(1991) Consciousness Explained. Boston: Little, Brown.

39.Dennett, D.C.(1995) Darwin's Dangerous Idea. New York: Simon & Schuster.

40.Deutsch, D.(1997) The Fabric of Reality. London: Allen Lane.

41.Dunbar, R.(1995) The Trouble with Science. London: Faber & Faber.

42.Durham, W.H.(1991) Coevolution: Genes, Culture and Human Diversity. Stanford: Stanford University Press.

43.Dyson, F.(1997) Imagined Worlds. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.

44.Eddington, A.(1928) The Nature of the Physical World. Cambridge: Cambridge University Press.

45.Ehrenreich, B., & McIntosh, J.(1997) The new creationism. The Nation, 9 June.

46.Einstein, A.(1961) Relativity: The Special and the General Theory.

New York: Bonanza Books.

47.Eiseley, L.(1982) The Firmament of Time. London: Victor Gollancz.

48.Evans, C.(1979) The Mighty Micro. London: Victor Gollancz.

49.Feller, W.(1957) An Introduction to Probability Theory and Its Applications. New York: Wiley International Edition.

50.Feynman, R.P.(1965) The Character of Physical Law. London: Penguin.

51.Feynman, R.P.(1998) The Meaning of It All. London: Penguin Books.

52.Fisher, J., &Hinde, R. A.(1949) The opening of milk bottles by birds. British Birds, 42, 347-57.

53.Ford, E.B.(1975) Ecological Genetics. London: Chapman & Hall.

54.Frazer, J.G.(1922) The Golden Bough. London: Macmillan.

55.Freeman, D.(1998) The Fateful Hoaxing of Margaret Mead: An Historical Analysis ofHerSamoan Researches. Boulder, Colo.: Westview Press.

56.Fruman, N.(1971) Coleridge, the Damaged Archangel. London: Allen &Unwin.

57.Good, I.J.(1995) When batterer turns murderer. Nature, 375, 541.

58.Gould, S.J.(1977) Eternal metaphors of paleontology. In A. Hallam (ed.), Patterns of Evolution, As Illustrated by the Fossil Record. Amsterdam: Elsevier, 1-26.

59.Gould, S.J.(1989) Wonderful Life: The Burgess Shale and the Nature of History. London: Hutchinson Radius.

60.Gregory,R.L.(1981) Mind in Science:A HistoryofExplanations in Psychology and Physics. London: Weidenfeld& Nicolson.

61.Gregory, R.L.(1998) Eye and Brain. Fifth Edition. Oxford: Oxford University Press.

62.Gribbin, J., &Cherfas, J.(1982) The Monkey Puzzle. London: The Bodley Head.

63.Gross, P.R., & Levitt, N.(1994) Higher Superstition: The Academic Left and Its Quarrels with Science. Baltimore: Johns Hopkins University Press.

64.Hamilton, W.D.(1996) Narrow Roads of Gene Land: The Collected Papers of W.D. Hamilton. Vol.1.Evolution of Social Behaviour. Oxford: W. H. Freeman/Spektrum.

65.Hardin, C.L.(1988) Color for Philosophers: Unweaving the Rainbow. Indianapolis: Hackett.

66.Heath-Stubbs, J., & Salman, P.(eds.) (1984) Poems of Science. London: Penguin Books.

67.Hoffmann, B.(1973) Einstein. London: Paladin.

68.Holldobler, B., & Wilson, E.O.(1990) The Ants. Berlin: Springer-Verlag.

69.Hoyle, F.(1966) Man in the Universe. New York: Columbia University Press.

70.Hume, D.(1748) An Enquiry Concerning Human Understanding. 'Of Miracles'. Oxford: Oxford University Press (ed. L. A. Selby-Bigge, 1902).

71.Humphrey, N.(1995) Soul Searching. London: Chatto&Windus.

72.Humphrey, N.(1998) What shall we tell the children? In J. Ree & C.W.C. Williams (eds.), The Values of Science: The Oxford Amnesty Lectures 1997. Boulder, Colo.: Westview Press.

73.Huxley, T.H.(1894) Collected Essays. London: Macmillan.

74.Jerison, H.(1973) Evolution of the Brain and Intelligence. New York: Academic Press.

75.Jones, S.(1993) The Language of the Genes. London: HarperCollins.

76.Jones, S., Martin, R., Pilbeam, D., &Bunney, S.(eds.) (1992) The

Cambridge Encyclopedia of Human Evolution. Cambridge: Cambridge University Press.

77.Julesz, B.(1995) Dialogues on Perception. Cambridge, Mass.: MIT Press.

78.Jung, C.G.(1969) Memories, Dreams, Reflections. London: Fontana.

79.Kauffman, S.(1993) The Origins of Order. New York: Oxford University Press.

80.Kauffman, S.(1995) At Home in the Universe. New York: Oxford University Press.

81.Keller, H.(1902) The Story of My Life. New York: Doubleday.

82.Kelly, I.W.(1997) Modern astrology: a critique. Psychological Reports, 81, 1035-66.

83.Kendrew, S.J.(ed.) (1994) The Encyclopedia of Molecular Biology. Oxford: Blackwell.

84.Kingdon, J.(1993) Self-made Man and His Undoing. London: Simon & Schuster.

85.Koertge, N.(1995) How feminism is now alienating women from science. Skeptical Inquirer, 19, 42-3.

86.Koestler, A.(1972) The Roots of Coincidence. New York: Random House.

87.Krawczak, M., &Schmidtke, J.(1994) DNA Fingerprinting. Oxford: Bios Scientific Publishers.

88.Kurtz, P., & Madigan, T.J.(eds.) (1994) Challenges to the Enlightenment. Buffalo, New York: Prometheus Books.

89.Lamb, T., &Bourriau, J.(1995) Colour: Art & Science. Cambridge: Cambridge University Press.

90.Leakey, R. (1994) The Origin of Humankind. London: Weidenfeld & Nicolson.

91.Leakey, R., &Lewin, R.(1992) Origins Reconsidered. London: Little, Brown.

92.Leakey, R., &Lewin, R.(1996) The Sixth Extinction. London: Weidenfeld& Nicolson.

93.Lettvin, J.Y., Maturana, H.R., Pitts, W.H., & McCulloch, W.S.(1961) Two remarks on the visual system of the frog. In W. A. Rosenblith (ed.), Sensory Communication. Cambridge, Mass: MIT Press.

94.Lewis, C.S.(1939) Bluspels and Flalansferes. Chapter 7 of C. S. Lewis, Rehabilitations and other Essays. Oxford: Oxford University Press.

95.Lieberman, P.(1991) Uniquely Human: The Evolution of Speech, Thought, and Selfless Behavior. Cambridge, Mass: Harvard University Press.

96.Lofting, H.(1929) Doctor Dolittle in the Moon. London: Jonathan Cape.

97.Lovelock, J.E.(1979) Gaia. Oxford: Oxford University Press.

98.Margulis, L.(1981) Symbiosis in Cell Evolution. San Francisco: W.H. Freeman.

99.Margulis, L., & Sagan, D.(1987) Microcosmos: Four Billion Years of Microbial Evolution. London: Allen &Unwin.

100.Maynard Smith, J.(1972) The importance of the nervous system in the evolution of animal flight. In On Evolution. Edinburgh: Edinburgh University Press.

101.Maynard Smith, J.(1993) The Theory of Evolution. Cambridge: Cambridge University Press.

102.Maynard Smith, J.(1995) Genes, Memes, and Minds. The New York Review of Books, 30 November 1995, 46-8.

103.Medawar, P.B.(1982) Pluto's Republic. Oxford: Oxford University Press.

104.Medawar, P.B., & J.S.(1977) The Life Science. London: Wildwood

House.

105.Medawar, P.B., & J.S.(1984) Aristotle to Zoos. London: Weidenfeld& Nicolson.

106.Miller, G.F.(1996) Political Peacocks. Demos, 10, 9-11.

107.Minsky, M.(1985) The Society of Mind. New York: Simon & Schuster.

108.Mollon, J.(1995) Seeingcolour. In T. Lamb & J. Bourriau (eds.), Colour: Art and Science. Cambridge: Cambridge University Press, 127-50.

109.Monod, J.(1970) Chance and Necessity: An Essay on the National \[sic\] Philosophy of Modern Biology. Glasgow: Fontana.

110.Morris, D. (1979) Animal Days. New York: William Morrow & Co.

111.Muller, R.(1988) Nemesis: The Death Star. London: William Heinemann.

112.Myhrvold, N.(1998) Nathan's Law (interview with Lance Knobel). Worldlink, World Economic Forum, 17-20.

113.Nesse, R., & Williams, G.C.(1994) Evolution and Healing: The New Science of Darwinian Medicine. London: Weidenfeld& Nicolson.

114.Partington, A.(ed.) (1992) The Oxford Dictionary of Quotations. Oxford: Oxford University Press.

115.Peierls, R.E.(1956) The Laws of Nature. New York: Scribners.

116.Penrose, A.P.D.(ed.) (1927) The Autobiography and Memoirs of Benjamin Robert Haydon, 1786-1846. London: G. Bell.

117.Penrose, R.(1990) The Emperor's New Mind. London: Vintage.

118.Pinker, S.(1994) The Language Instinct. London: Viking.

119.Pinker, S.(1997) How the Mind Works. London: Allen Lane.

120.Polkinghorne, J.C.(1984) The Quantum World. Harlow: Longman.

121.Randi, J.(1982) Flim-Flam. Buffalo, NY: Prometheus Books.

122.Rees, M.(1997) Before the Beginning. London: Simon & Schuster.

123.Rheingold, H.(1991) Virtual Reality. London: Seeker & Warburg.

124.Ridley, M.(1996) Evolution. Oxford: Blackwell.

125.Ridley, M.(1996) The Origins of Virtue. London: Viking.

126.Rothschild, M., & Clay, T.(1952) Fleas, Flukes and Cuckoos. London: Collins.

127.Sagan, C.(1980) Cosmos. London: Macdonald.

128.Sagan, C.(1995) Pale Blue Dot. London: Headline.

129.Sagan, C.(1996) The Demon-Haunted World. New York: Random House.

130.Sagan, C, &Druyan, A.(1992) Shadows of Forgotten Ancestors. New York: Random House.

131.Scott, A.(1991) Basic Nature. Oxford: Basil Blackwell.

132.Shermer, M.(1997) Why People Believe Weird Things. New York: Freeman.

133.Singer, C.(1931) A Short History of Biology. Oxford: Clarendon Press.

134.Smith, D.C.(1979) From extracellular to intracellular: the establishment of a symbiosis. In M.H. Richmond & D.C. Smith (eds.), The Cell as a Habitat London: The Royal Society of London.

135.Smolin, L.(1997) The Life of the Cosmos. London: Weidenfeld& Nicolson.

136.Snow, C.P.(1959) The Two Cultures and A Second Look. Cambridge: Cambridge University Press.

137.Sokal, A., &Bricmont, J.(1998) Intellectual Impostures. London: Profile Books.

138.Stannard, R.(1989) The Time and Space of Uncle Albert. London: Faber & Faber.

139.Stenger, V.J.(1990) PhysicsandPsychics. Buffalo, NY: Prometheus Books.

140.Storr, A.(1996) Feet of Clay: A Study of Gurus. London: HarperCollins.

141.Sutherland, S.(1992) Irrationality: The Enemy Within. London: Constable.

142.Thomas, J.M.(1991) Michael Faraday and the Royal Institution. Bristol: Adam Hilger.

143.Tiger, L.(1979) Optimism: The Biology of Hope. New York: Simon & Schuster.

144.Twain, M.(1876) A literary nightmare. Atlantic, January.

145.Vermeij, G.J.(1987) Evolution and Escalation: An Ecological History of Life. Princeton: Princeton University Press.

146.von Hoist, E.(1973) The Behavioural Physiology of Animals and Man: The Selected Papers of Erich von Hoist. London: Methuen.

147.Vyse, S.A.(1997) Believing in Magic: The Psychology of Superstition. New York: Oxford University Press.

148.Watson, J.D.(1968) The Double Helix. New York: Atheneum.

149.Weinberg, S.(1993) Dreams of a Final Theory. London: Vintage.

150.Whelan, R.(1997) The Book of Rainbows: Art, Literature, Science, and Mythology. Cobb, Calif.: First Glance Books.

151.White, M., &Gribbin, J.(1993) Einstein, A. Life in Science. London: Simon & Schuster.

152.Williams, G.C.(1996) Plan and Purpose in Nature. London: Weidenfeld& Nicolson.

153.Wills, C.(1993) The Runaway Brain. New York: Basic Books.

154.Wilson, E.O.(1998) Consilience. New York: Alfred A. Knopf.

155.Wolpert, L.(1992) The Unnatural Nature of Science. London: Faber & Faber.

156.Yeats, W.B.(1950) Collected Poems. London: Macmillan.

译后记

道金斯出版《自私的基因》时只是牛津大学动物行为学的一名年轻讲师。而现在，他已从翩翩少年，成为我们都很熟悉的“道金斯老师”。

不得不说，道金斯对于目前教育的某些弊端，认识十分到位。他在《解析彩虹》这本书中讲到的许多场景，在我们生活中还是非常常见的。说是一句话惊醒梦中人，振聋发聩，也不为过。

《解析彩虹》应该说是有形而上特点的一本书——书中有思想，而不只是有知识。它表现为一种按捺不住的激情，好奇若渴。不同于道金斯关注具体知识的其他著作，这本书充分地体现了一种更加超越的精神——呼吁人们重视科学、寻美于科学。

好的译文，本应如行云流水，具有音乐的美感。不过，由于译者能力、知识以及时间所限，必然还难以用音乐般的节奏，还原、重现道金斯这样一位科学文化大家长年累月的心血结晶。这的确是一种矛盾。

翻译总是在进行，译文总是在改进，希望这个译本能够得到读者的反馈，实现大自然中日臻完善的活的过程——达尔文发现的世代递嬗（descent with modification）。读者的意见和建议请发到译者的信箱lihusea@pku.org.cn。

本书翻译期间，感谢厦门大学物理学系的王家园老师、厦门大学附属第一医院弓凯医生的慷慨相助，感谢国家海洋局第三海洋研究所徐晓萌同学、厦门大学赵梦、孙兆悦同学审阅部分专业内容、术语，感谢北京大学肖小欣同学协助整理文稿。

李虎

2016年12月1日于厦门